Vart
824

J. C. G. Fritzsch sc.

Des

# Herrn von Mairan

Eines von den Vierzigen der Französischen Akademie, der Königlichen Akademie der Wissenschafften in Paris Mitgliedes rc.

# Abhandlung Von dem Eisse,

Oder

## Physikalische Erklärung

der Entstehung des Eisses, und der dabey vorkommenden verschiedenen Erscheinungen.

Aus dem Französischen ins Deutsche übersetzt.

Mit allergnäd. Königl. Poln. und Churfürstl. Sächsischen Privilegio.

Leipzig, bey Friedrich Lankischens Erben, 1752.

# Vorrede des Uebersetzers.

Ob gleich der Ruhm des Gelehrten, dessen Name auf dem Titel dieses Werkes steht, schon allein genug seyn mag, die Unternehmung der Uebersetzung dieses Werkes zu rechtfertigen: so wird es doch vielleicht nicht überflüßig seyn, den Leser zu versichern, daß man durch die Wichtigkeit der darinnen vorkommenden Materien, und die scharfsinnige und gründliche Abhandlung derselben, bewogen worden ist, zu glauben, daß es nützlich seyn würde, dieses Werk durch eine deutsche Uebersetzung gemeiner zu machen.

 Es

Es werden hier nicht allein die mannichfaltigen zum Theile seltsamen Wirkungen der Natur bey dem Entstehen und dem Zergehen des Eisses auf eine verständliche Art erkläret, sondern es kommen auch in dieser Schrift viele theils genugsam bewiesene, theils höchst wahrscheinlich gemachte Lehrsätze vor, welche in die ganze Naturlehre einen großen Einfluß haben, und zur Erklärung vieler anderer Erscheinungen dienen können; dergleichen sind die Lehre von der Natur und Beschaffenheit der fliessenden Körper, von der Bewegung der subtilen Materie der Wärme, von dem Feuer in dem innersten der Erde, von der Natur der Bestandtheile des Wassers, von der Wirkung der Salze in fliessende Materien, u. e. a.

Selbst dieses, daß der Verfasser die subtile Materie, oder den Aether, zur Erklärung der Erscheinungen bey dem Eisse anwendet, machet dieses Werk schätzbar und nützlich. Denn nachdem nunmehr durch viel hundert Versuche, darunter sonderlich die Boerhaavischen vom Feuer, und diejenigen Versuche, welche die Electricität betreffen, zu zählen sind, unwidersprechlich ist erwiesen worden, daß es Mate-

rien

rien giebt, die subtiler sind, als die Luft, die jeden von der Luft verlassenen Raum einnehmen, die in allen Körpern, mit denen man nur Versuche anstellen kann, zugegen sind, und die auch die dichtesten Körper durchdringen: so ist es Zeit, das Vorurtheil zu verlassen, als ob man alle Wirkungen der Natur durch nichts anders als durch anziehende und zurücktreibende Kräfte erklären dürfte, und als ob man alsdenn die äußersten Grenzen der Naturlehre würde erreichet haben, wenn man sich diese Kräfte und ihre Gesetze vollkommen würde haben bekannt gemachet; es ist Zeit, daß man sich bemühe, die Beschaffenheit, die Kräfte, die Bewegungen der Theilchen dieser subtilen Materien zu entdecken, welche die Triebfedern so vieler Dinge sind, die in der körperlichen Welt geschehen, und, nach aller Wahrscheinlichkeit, die Ursachen jener anziehender und zurücktreibender Kräfte selbst.

Es ist hier der Ort nicht zu zeigen, wie ungegründet jenes Vorurtheil sey, welches in der That, wenn man es recht erweget, auf sonst nichts gebauet ist, als auf den glück-

lichen Gebrauch, welchen der große Verstand eines Newtons von der Hypothese der allgemeinen Schwere in Erklärung der Gesetze der Bewegungen der Weltkörper gemachet hat. So viel aber läßt sich hier ohne Weitläuftigkeit behaupten, daß solches Vorurtheil dem Fortgange in der wahren Naturlehre, und der Erweiterung dieser Wissenschaft sehr hinderlich seyn würde, wenn man ihm länger Raum geben wollte. Hat man nicht schon gesehen, daß ein berühmter Naturforscher, der nach so viel schönen Versuchen, die er mit dem Magnete angestellet hat, vielleicht sonst fähig gewesen wäre, das Geheimniß der magnetischen Kraft zu entdecken, durch bemeldetes Vorurtheil verleitet worden ist, öffentlich zu behaupten, daß die Wirkungen des Magnets keine mechanische Ursache hätten? Wer wird sich nun weiter die Mühe geben, eine Erklärung dieser Wirkungen zu suchen, wenn er diesem Gelehrten glaubet? Es ist gar noch nicht bewiesen, daß die anziehenden und zurücktreibenden Kräfte, nach dem Verstande der Newtonianer, in der Natur allgemein sind, noch weniger, daß sie gewissen beständigen Gesetzen unterworfen sind. Hindert man

also nicht den Fortgang der menschlichen Erkenntniß in der Naturlehre, wenn man von keinem andern Wege, hinter die Ursachen der Veränderungen in den Körpern zu kommen, wissen will, als von dem, der durch die Grundsätze der Attraction und Repulsion führet? Endlich gesetzt auch, es wäre kein anderer Weg, als dieser, die nächsten Ursachen aller Erscheinungen zu erforschen: so schließt man doch gewiß die Naturlehre dadurch, daß man vermuthet, die Attraction habe keine fernere mechanische Ursache, in viel engere Schranken ein, als wenn man die Möglichkeit des Gegentheils annimmt.

Gleichwie nun der Wahn derjenigen, die keine subtile, und überall ausgebreitete Materie einräumen, und nur die den Theilchen der Materie eingepflanzten anziehenden und zurücktreibenden Kräfte für die nächsten und einzigen Ursachen aller Veränderungen in den Körpern erkennen wollen, der Erweiterung der Naturwissenschaft gar nicht günstig ist: so sind hingegen diejenigen Bemühungen gelehrter Naturkündiger hochzuschätzen, welche dahin abzielen, daß die physikalischen Be-

Beschaffenheiten und die Bewegungen der Theilchen derjenigen subtilen Materien, derer Wirklichkeit sich erweisen läßt, ergründet werden mögen. Dergleichen Bemühungen eines Eulers, eines Nollets, sind der wahren Physik höchst nützlich; und wenn auch ihre Theorieen von der Fortpflanzung des Lichtes, von der magnetischen Kraft, von der Electricität noch nicht die vollkommensten sind, so wird ihnen doch die unpartheyische Nachwelt mehr Dank wissen, daß sie die Bahn, in der Erkenntniß der Natur weiter zu gehen, gebrochen haben, als den Newtonianern, welche ihre Lebenszeit mit Versuchen zugebracht, dadurch sie haben beweisen wollen, daß die anziehenden Kräfte, und die zurücktreibenden allgemein sind.

Die Bemühungen des Herrn von Mairan in gegenwärtigem Werke sind mit Rechte unter jene der Physik sehr nützlichen Bemühungen zu zählen; und es wird daher dieses Werk denen, welchen die rechte Art in der Naturlehre zu philosophieren nicht unbekannt ist, ohne Zweifel angenehm seyn. Aber auch andern Liebhabern der Natur-

geschich-

geschichte, und denen, die nur lesen, um ihren Verstand auf eine angenehme Art zu beschäfftigen, wird dieses Buch gefallen können, weil sich der Verfasser Mühe gegeben hat, alle bisher bekannte Erscheinungen, die Kälte und das Eiß betreffend, zu sammeln, sie auf eine leichte und wohl zusammenhängende Art zu erklären, auch verschiedene neue Versuche, und selbst im gemeinen Leben nützliche Anmerkungen beyzubringen.

Bey der Uebersetzung hat man dieses seine Hauptabsicht seyn lassen, daß man den Sinn der Worte des Verfassers getreulich ausdrückete, und man hat lieber darüber zuweilen wollen geschehen lassen, daß man dieser Schrift es anmerken könnte, daß sie übersetzet wäre, als von jener Absicht abweichen wollen.

Einige wenige Stellen hat man für nöthig erachtet, durch beygefügte Anmerkungen unter dem Texte zu erläutern, welche von den andern Noten, so von dem Verfasser selbst sind, durch ein U sind unterschieden worden.

# Vorrede des Uebersetzers.

Die Entfernung des Uebersetzers von dem Orte des Druckes, ist Ursache gewesen, daß sich verschiedene Druckfehler eingeschlichen haben, davon der geringen ihre Verbesserung dem geneigten Leser selbst überlassen wird, die wichtigern aber, und die den Sinn des Textes verwirren können, sind zu Ende des Registers angezeiget worden.

Vorrede

# Vorrede

## Welche in der öffentlichen Versammlung der Königl. Akademie der Wissenschafften den 13ten des Wintermonats 1748 ist abgelesen worden.

Dieses Werk ist vor zwey und dreyßig Jahren (*) geschrieben worden, in dem Winkel einer Provinz, wo ich damals wohnhaft war, hundert und funfzig Meilen von Paris, und folglich in einer großen Entfernung von dem Vorschube, den man in dieser Hauptstadt, und vornehmlich in der Akademie der Wissenschaften haben kann, in welche ich zwey Jahre hernach aufgenommen zu werden die Ehre gehabt habe.

Die Einsichten, die ich in dieser Gesellschaft erlanget habe, und meine Ueberlegungen haben mich gelehret, wie weitläuftig und wie schwer die großen Fragen der Naturlehre sind, bey denen man bis auf die ersten Triebfedern der Weltmaschine zurückgehen muß, dergleichen auch, meines Erachtens, die Frage von dem Eisse ist. Nichts destoweniger sollte man aus dem Eingange meiner Abhandlung urtheilen, daß ich schon damals den ganzen Umfang und die ganze Schwierigkeit meiner Materie gar wohl gesehen hätte. Ich würde mich zwar den heutigen



(*) Es wurde zum erstenmale 1716 in Bordeaux gedruckt, als es von der dasigen Königl. Akademie der freyen Künste und Wissenschaften den Preis erhalten hatte. Zum andern male ist es in Beziers 1717 aufgelegt worden, und 1730 ist es in Paris wieder gedruckt worden, in dem zweyten Bande der Sammlung unter dem Titel: Les vertus médicinales de l'eau commune.

Tag noch nicht anders darüber ausdrucken: aber das ist gewiß, daß ich sie jetzo besser empfinden würde, oder daß ich wenigstens meiner jetzigen Einsicht gemäßer handelte, wenn ich gar still schwiege.

Ich gebe also hier von neuen ein Werk, an welches ich mich nicht wagen würde, wenn ich es jetzo erst anfangen sollte, und welches ich noch viel weniger unter dieser Gestalt einer vollständigen und systematischen Abhandlung geben würde, welche so viel Erkenntniß voraus setzet, die uns fehlet, oder die wir nur sehr unvollkommen besitzen. Ich würde mich so einschränken, daß ich nur etliche einzelne und in keiner Verbindung mit einander stehende Stücke gäbe, daß ich mich an bloße Erfahrungen, Wahrnehmungen und Versuche hielte; und wenn ich ja meiner Hypothese Erwähnung thun müßte, so würde es nur im Vorbeygehen durch eine Induction und Muthmaßung geschehen. Denn die Erfahrungen, die Wahrnehmungen und die Versuche machen den größten Theil dieser Abhandlung aus; und ich schmeichele mir zuweilen, daß man ihrentwegen mir alles das übrige verzeihen werde. In diesem Sinne habe ich mein Werk sorgfältig wieder übersehen, und es um mehr als die Hälfte vermehret.

Indessen komme ich doch mit dieser systematischen Forme, und, daß ich es nur frey heraus sage, mit meinem Systeme wieder aufgezogen. Ich befürchte, es wird mich um einen Beyfall bringen, den ich sehr hoch schätzen würde. Denn Systeme und Hirngespinnste scheinen heutiges Tages in dem Munde vieler sonst sehr geschickter Personen, und die sich durch ihre Schriften hervorgethan haben, gleichgeltende Wörter zu seyn. Es ist ein System, das ist oft die ganze Critik über ein Buch. Sich für einen Feind von

Systemen bekennen, und den Leser versichern, daß es kein System sey, was man ihm vor Augen leget, ist ein gemeiner Artikel der Vorreden geworden.

Darf ich mich nun wohl unterstehen, einen Theil dieser Vorrede dazu anzuwenden, daß ich zeige, man habe das Vorurtheil wider die Systeme zu weit getrieben, welches desto leichter habe geschehen können, weil es einen verführischen Schein von Gründlichkeit und von einem reifen Verstande an sich hat; mit einem Worte, es sey weit gefehlet, daß die Systeme, wenn sie auch manchmal noch so kühn ausgedacht sind, dem Fortgange der Wissenschaften so sehr zuwider, und so fruchtloß seyn sollten, als man sich dieselben gemeiniglich einbildet.

Jedes Jahrhundert hat seine herrschende Meynung, seine Methode, und seine Art zu philosophiren. Vielleicht haben unsere Vorfahren gar zu viel auf die Systeme gehalten, und sich derselben gar zu leichtsinnig überlassen: aber obschon in der Naturlehre und den andern menschlichen Wissenschaften die neuesten Meynungen fast allemal den Vorzug verdienen, so ist doch dabey wohl zu bemerken, daß man selten unterläßt, dieselben gar zu weit zu treiben, geschähe es auch nur in der Absicht, um sie den Meynungen des vorigen Jahrhunderts besser entgegen zu setzen. Es scheint, daß der menschliche Verstand sich schmeichele, hierdurch seine alten Fehltritte wieder gut zu machen, und daß sich gar ein kleiner Unwille und Verdruß mit darunter menge. **Cartesius** würde dabey verloren haben, wenn er die Welt nicht so sehr für den **Aristoteles** eingenommen gefunden hätte; **Newton** hat dabey gewonnen, daß man dem **Cartesius** zu viel zugestanden hatte.

Man

Man bringt wider die Systeme gemeiniglich die Unzulänglichkeit unsrer Erkenntniß bey. In die Geheimnisse der Natur, sagt man, werden wir nimmermehr eindringen, unser Verstand ist viel zu sehr eingeschränkt, daß er etwas davon begreifen könnte; die Natur weist uns nichts als Wirkungen, über die Ursachen hat sie einen dicken Teppicht gedecket, und sie lachet über unsere eiteln Bemühungen.

Aber ist denn der Theilungspunct zwischen der Erkenntniß, nach der wir streben können, und der, die uns versagt ist, zwischen den Wirkungen und den Ursachen, die sich unaufhörlich unter einander flechten, ist dieser Punct so gar kenntlich in der Natur, daß man ihn nicht verfehlen kann? Haben denn diejenigen, die uns zu einer ewigen Unwissenheit der ersten Gründe verdammen, das innerste der Dinge so vollkommen gesehen, daß nach ihnen an keine Ausnahme, an keine neue Besichtigung weiter zu gedenken ist? So viel ist gewiß, es gehöret sehr viel Wissenschaft dazu, die Fähigkeit des menschlichen Verstandes, zu den jetzigen und künftigen Zeiten, durch dergleichen Endurtheil zu bestimmen.

Diese dunkeln und zweydeutigen Reden begleitet man ordentlich mit einer Menge alter und neuer Beyspiele, mit einer weitläuftigen Erzählung philosophischer Ausschweifungen, welche aus der Frechheit Hypothesen zu erdichten entstanden sind: als ob die Weltweisheit nicht auch, wie die Geschichte, ihre fabelhaften Zeiten hätte haben müssen, die aber den erleuchteten Zeiten keinen Eintrag thun; und als ob selbst in diesen so sehr erleuchteten Zeiten die kleine Anzahl gesunder Gedanken, davon die Wissenschaften Nutzen ziehen können, nicht allemal von einer unzählichen Menge fruchtloser Träume überwogen werden müßte.

Man

Man kan die Hypothesen mißbrauchen, das gebe ich zu; und man hat sie oft gemißbrauchet. Allein, was ist so löblich und so nützlich, was haben wir so vortreffliches, das keinem Mißbrauche unterworfen wäre? Mißbrauchet man nicht auch die Versuche, wenn sie von keiner Methode regieret, und nicht durch Vernunftschlüsse aufgeklåret werden? oder, welches fast einerley gesagt ist, wenn sie nicht von einem systematischen Kopfe angestellet werden? Denn jeder Vernunftschluß hält einen allgemeinen Begriff in sich, der sich bey dem vorkommenden Falle anwenden läßt, einen theoretischen Satz, der sich dazu schicket, wenn von Versuchen die Rede ist, eine heimliche Voraussetzung desjenigen, was sie geben müssen, wenn sie recht gemachet werden.

Lasset *uns* an **Newtons** Versuche von dem Lichte und den Farben gedenken, nicht wie man dieselben in seiner Optik beysammen sieht, wo sie in eine synthetische Ordnung gebracht sind, denn damals hat er sich dieselben nicht erst ausgedacht; sondern wie man sie zerstreut in den **philosophischen Transactionen** findet, wo sie zu verschiedenen Zeiten sind beschrieben worden, wie er sie gesuchet hat, oder wie sie sich selbst seinen Untersuchungen dargeboten haben. Da wird man sehen, wie immer einer aus dem andern erwächst, vermittelst einer genauen Auflösung, und fast allezeit in der Folge einer systematischen Betrachtung.

Umsonst wird man sagen, **daß der systematische Geist die Philosophen zu allen Zeiten in die größten Irrthümer gestürzet hat.** Dieser Geist ist nichts destoweniger alles, was in uns das kostbareste, und so wohl zur Erlangung der tiefsten Einsichten, als zur Ausführung der größten Dinge das nothwendigste ist. Denn in was besteht sonst der systematische Geist, als nur in der zu

einer Fertigkeit gewordenen natürlichen Geschicklichkeit, uns einen vernünftigen Plan von unserm Gegenstande zu machen, das, woraus er zusammen gesetzet ist, nach dem, was uns davon bekannt ist, in ein Ganzes zu bringen, um davon stufenweise zu demjenigen zu steigen, was uns davon noch unbekannt, aber zu wissen nützlich ist? Man mißbrauchet die Wörter, wenn man etwas anders darunter versteht, gleichwie man diesen Geist selbst mißbrauchet, wenn man sich desselben ohne Noth und ohne Prüfung zur Erdichtung eines Systemes und einer Hypothese bedienet.

Nichts ist der Klugheit und der Vernunft gemäßer, als daß man sich mit den Erfahrungen beschäfftige, ehe man zur Untersuchung der Ursachen fortschreite, und daß man sich damit allein und immer beschäfftige, wenn man in jeder andern Art von Untersuchungen an einem glücklichen Fortgange verzweifelt. Wir können diejenigen nicht genug loben, welche diesen Weg genommen haben, und glücklich auf denselben fortgehen: zugleich aber kann man nicht leugnen, daß ein ganz entgegen gesetztes Verfahren uns tausend neue Einsichten und wichtige Entdeckungen verschaffet habe. Fast alle, von denen wir die meisten philosophischen Wahrheiten bekommen haben, verdienen den Ruhm, oder, wenn man will, den Tadel, daß sie systematische Köpfe gewesen sind. Wie viel würden wir nicht verloren haben, wenn sie behutsamer oder furchtsamer gewesen wären?

Ein zum Erfinden tüchtiges Naturell will erhitzt seyn, auch in den gründlichsten Wissenschaften; es hat oftmals eine Art von poetischem Feuer nöthig, dadurch es belebet und ausgewickelt werde. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß **Kepler** niemals an die berühmte Regel, die ihn un-

sterblich

sterblich machet, gedacht haben würde, wenn sie sich nicht zur Unterstützung seines harmonischen Systems der Welt angeboten hätte, wenn sie nicht gleichsam von sich selbst aus diesem Systeme herausgekommen wäre, welches bloß auf die Einschreibung der Kreise der Planeten in die fünf regelmäßigen Körper der Geometrie, und ich weiß nicht auf was für pythagorische Vollkommenheiten der Zahlen, der Figuren und der Consonanzen gegründet war. Mit diesem geheimnißvollen Systeme hat er sich von seiner zarten Jugend an bis an das Ende seiner Tage beschäfftiget; dieses war das Ziel aller seiner Arbeiten, und die Seele derselben; und dieses hat uns den größten Theil seiner Wahrnehmungen und seiner Schriften zuwege gebracht.

Wenn zweifelhafte oder ungereimte Systeme uns manchmal zu nützlicher Erkenntniß verhelfen können, wenn solche in Ansehung ihres Gegenstandes fruchtlose Vorstellungen zu manchen Entdeckungen Gelegenheit gegeben habeu: was sollen wir von denjenigen Systemen denken, denen die Natur noch niemals widersprochen hat, und die selbst lauter Entdeckungen sind, welche sich vermehren können? Soll man sie in eine andere Classe setzen, ihnen einen andern Namen geben, und sie von der gegenwärtigen Frage gar ausschliessen? Freylich, wird man mir antworten; das sind durch die Erfahrung ausgemachte Wahrheiten, und keine angenommene Sätze. Ich will sie zwar so nennen: allein sind nicht die meisten dieser durch die Erfahrung bestätigten Wahrheiten, die uns jetzo so kostbar sind, und daran wir uns gar nicht stossen, sind sie nicht fast alle in ihrem Anfange nichts weniger als gewisse Wahrheiten gewesen, und für nichts

weniger als für solche erkannt worden? Also hat man Muth, ja gar Hartnäckigkeit genug besitzen müssen, von ihnen nicht abzugehen, ihre Beweise zu suchen oder zu erwarten, und sich indessen dem Vorwurfe, daß man sich in Systeme verliebet habe, bloß zu stellen. Es ist also eine Zeit gewesen, da diese Wahrheiten nichts anders, als eigentliche Systeme in der schlimmsten Bedeutung dieses Wortes, kurz, solche Systeme gewesen sind, die dem Fortgange der Wissenschaften schädlich, und daraus zu verbannen sind, wenn man hierinne einigen Schriftstellern glauben will.

Wie vielen Widerspruch hat nicht der Kreislauf des Blutes erdulden müssen!

Hat nicht das Copernicanische System, dessen prächtige Vorstellung unsern Verstand nicht weniger erweitert, als die Welt vergrößert hat, und dessen Ursprung man in das entfernteste Alterthum zurücksetzet, eben solchen und noch stärkern Widerspruch durch eine lange Reyhe von Jahrhunderten, und fast noch in unsern Tagen, gefunden? Was konnte es, in der That, im Anfange anders seyn, als eine verwegene wunderliche Meynung, als ein nur muthmaßlich angenommener Satz, als eine bloße Vermuthung der Aehnlichkeit, der aber unsere Sinne widersprechen, und die denjenigen, der sie zuerst behauptet hat, ohne Zweifel allen Leuten zum Gelächter gemacht haben muß?

Aus dem Copernicanischen Systeme folgete natürlich die allgemeine Schwere, die Kraft, welche die Theile der Sonne, und alle sie umgebende Materie, so wohl als der Planeten, und aller Sterne insgesammt, nach eines jeden Mittelpuncte treibt, dergleichen Kraft man

allein der Erde einräumete. Dem Copernicus war sie nicht unbekannt, und er getrauete sich, sie zu bekennen. Ein neues System, welches nicht aufkommen konnte zu einer Zeit, da man überredet war, daß alle Theile dieses unermeßlichen Weltgebäudes gegen die Erde drücken, und sich auf die Erde beziehen müßten, als auf den einzigen Wohnplatz verständiger Wesen, derer Würde durch jene Theilung wäre beleidiget worden. Aber endlich weicht das Vorurtheil der auf einander folgenden Entdeckungen. Die Erde ist nichts mehr als ein Planet, acht bis neun hundert mal kleiner als der Jupiter oder der Saturn; und die allgemeine Schwere, oder die anziehende Kraft, man verstehe darunter was man will, wird zum Grunde der ganzen Newtonischen Lehre von der Welt, eines Meisterstückes von unserm Jahrhunderte. Ich geschweige, wie viel tausend Versuche, wie viel tausend artige und nützliche Untersuchungen wir einzig und allein den Bemühungen zu danken haben, die man angewendet hat, diese anziehende Kraft immer mehr und mehr in Gewißheit zu setzen. Denn die bloße Begierde zu wissen, wird nimmermehr einen solchen Eifer erwecken, als die Ehre einer Person oder eines Volkes, die man zu vertheidigen hat, als ein System, das man behaupten, oder durch die Widerlegung eines entgegen gesetzten bestätigen will.

Hierzu kömmt, daß unterschiedene Geister die Natur auf unterschiedenen Seiten ansehen müssen; daß es nothwendig, ja daß es zu wünschen ist, daß ein jeder dem Reize folge, der ihn bezwingt, und seine Geschicklichkeit offenbaret: daß einige sich auf die Bestätigung der Erfahrungen legen, und andere sich befleißen, zu

den Ursachen zurück zu gehen, oder von den Ursachen, wenn es auch unbekannte und bloß angenommene sind, zu den Wirkungen herab zu steigen. Was die Regel der falschen Sätze in der Rechenkunst ist, das ist zuweilen eine glücklich gewagte Hypothese in der Naturlehre: sie entdecket uns, wo nicht die Wahrheit, doch wenigstens manchen Umstand, der sich auf dieselbe bezieht, und uns mit der Zeit helfen kann, sie zu entdecken.

Endlich darf man nur die Geschichte des menschlichen Verstandes, in so weit sie sich auf die natürlichen Wissenschaften bezieht, durchlaufen, so wird man überführet werden, daß die Systeme zu allen Zeiten eine reiche Quelle von Entdeckungen, oder zum wenigsten von Wahrnehmungen und Versuchen gewesen sind, daran man vielleicht niemals gedacht haben würde, wenn man durch jene nicht wäre darauf gebracht worden. Ey was schadet es, daß die Systeme manchmal Schuld sind, daß wir einen falschen Schimmer für ein Licht halten? Ein solches Schicksal haben die größten Männer gehabt, Männer, die dazu gebohren waren, ihre Zeiten wieder auf den rechten Weg zu weisen: sie haben manchmal sich selbst verirren müssen, sie haben die Wahrheit aus der Mitte der Finsterniß nicht herausreissen können, ohne etliche Irrthümer mit ihr hervor zu ziehen. Aber die Wahrheiten bleiben uns, und die Zeit zerstreuet die Irrthümer.

Ich will nichts weiter von der Nutzbarkeit der Systeme zu Anfange eines Buches beybringen, welches vielleicht zu ihrer Bestreitung ein neues Feld geben kann. Ich habe nur zeigen wollen, daß man ein zuweilen nützliches Vorurtheil gar zu weit getrieben habe: und mein

Wille ist nicht gewesen, dadurch die Schwierigkeiten ab-zuwenden, die man mir wider eine Hypothese und wider Erklärungen machen kann, die gewisser maßen das ganze System der Welt umfassen. Weil aber mein Werk schon in vieler Händen ist, und von neuen in dieser vierten Auflage erscheinen soll: so erachte ich für nöthig, hier noch einige Erläuterungen über die **subtile Materie** beyzubringen, welche ich darinne fleißig gebrauchet habe, und auf welche vielleicht die vornehmste dieser Schwierigkeiten fallen wird.

Die subtile Materie hat das Schicksal der Systeme gehabt, und zwar aus ähnlichen Ursachen. Fast sollte man es nicht mehr wagen, sie zu bekennen, und es fehlet *nicht* viel, daß nicht auch ihr Name gar aus den Schriften der Naturlehre verbannet ist. Ich unterschreibe ihr Urtheil, wenn man darunter das erste Element des **Cartesius** ohne Einschränkung versteht, und noch eher, wenn man damit gar die harten und unbiegsamen Kügelchen meynet, mit denen er die Welt anfüllete, und die sich meines Erachtens nicht vertheidigen lassen. Allein ich hoffe, man habe mit der Cartesischen subtilen Materie nicht alles subtile Flüßige, welches die Körper durchdringt, alle unsichtbare wirkende, und doch eigentliche Materie, die an unendlich vielen unsre Sinne rührenden Erscheinungen Ursache ist, wegwerfen wollen. Ich schmeichele mir, sage ich, daß die subtile Materie, die den Grund meiner Hypothese ausmachet, nicht soll aus der Natur verbannet werden, zu einer Zeit, da so unstreitige als erstaunende Versuche uns eine flüßige Materie entdecken, deren Wirksamkeit sich in einem Augenblicke zwölf tausend Fuß weit von dem Orte merken läßt, wo sie

zuerst in Wirkung ist gesetzet worden. Denn sollte das ein metaphysisches Ding, oder ein Nichts von Materie seyn, was eine materielle Leitung, ein Seil oder eine Kette, zu seiner Fortbringung auf eine Weite von der electrischen Röhre oder Kugel nöthig hat, um daselbst leichte Sachen wechselsweise anzuziehen und fortzustossen, und einem Thiere fast eben so einen Schlag zu geben, als ob es vom Donner getroffen würde?

Daß die ersten und mechanischen Ursachen der Wirkungen der Natur uns so verborgen sind, kömmt nur daher, weil sie durch diese zarten unsichtbaren flüßigen Materien wirken, oder weil ein allgemeines Flüßige unter tausend verschiedenen Gestalten wirket: und es ist kein Zweifel, wenn die Bewegungsgesetze dieses Flüßigen, oder dieser flüßigen Materien uns bekannt wären, so würden wir von einer großen Menge Erscheinungen Grund geben können, welche uns durch die Versuche sehr unvollkommen vorgestellet werden.

Allein wissen wir denn auch genug von dieser wirksamen unsichtbaren Ursache, daß wir uns derselben bey unsern Untersuchungen, auch nur zum Versuche und zur Muthmaßung, bedienen können? Ist auch ein Nutzen von einem solchen Verfahren zu hoffen? **Newton**, der weise und gründliche **Newton**, muß es wohl nicht für verwegen gehalten haben, da er selbst uns so viele Beyspiele davon gegeben.

Ich will nicht von denen sagen, die man aus dem langen Briefe sammeln kann, den er 1678 an **Boylen** geschrieben hat, und der vor kurzen mit dem Leben dieses vornehmen Naturkündigers gedruckt worden ist, welcher sich selbst so oft dieses wirksamen Flüßigen, und der un-

sicht-

sichtbaren Atmosphären der Körper bedienet hat, als wovon dieser ganze Brief handelt. Man möchte glauben, daß **Newton** sich darüber gegen einen guten Freund gern etwas freyer herausgelassen, und in geheim etwas gewaget habe, was er nicht öffentlich hätte wollen bekannt werden lassen. Aber was kann man von der Art und Weise denken, wie er sich vierzig Jahre hernach in seiner Optik darüber erkläret hat, bey verschiedenen Fragen, die er da aufgeworfen, und endlich gar bey der großen Erscheinung der Schwere? In dem Vorberichte zu der zweyten Ausgabe dieses vortreflichen Werkes schreibt er: **Ich habe etliche neue Fragen zu Ende des dritten Buches eingerücket; und damit niemand denke, ich zählete die Schwere unter die wesentliche Eigenschaften der Körper, so habe ich eine besondere Frage über die Ursache dieser Erscheinung beygefüget.** Nun weiß man, daß diese Frage, oder wie er sie anderswo nennet, dieser Versuch einer Erklärung, gänzlich auf der Hypothese eines subtilen, elastischen und zusammendruckenden Flüßigen, welches durch die ganze Welt ausgebreitet sey, beruhet.

Unser Vorhaben ist hier nicht, **Newtons** Erklärung besonders zu prüfen, und zu sehen, was wir davon zu halten haben, oder worinne sie den Erklärungen des **Cartesius** oder des **Malebranche** und einiger andrer Scribenten vorzuziehen oder nachzusetzen sey. Nur dieß einzige muß ich anmerken, wenn die größten Weltweisen so weit gegangen sind, daß sie gewisse gemeine Wirkungen der Natur durch eine verständliche Ursache haben erklären wollen, (und das haben sie alle gewollt), so sind sie gezwungen gewesen, zu einem dergleichen Flüßigen ihre

Zuflucht zu nehmen, und haben keine Schwierigkeit gemacht, sich dessen zu gebrauchen. Wie kann man sich doch sonst vorstellen, daß Körper, welche, wie man sieht, einander nicht berühren, in einander wirken könnten? Nothwendig muß etwas Wirkendes zwischen ihnen den Mangel des Stosses ersetzen, oder eigentlich selbst den Stoß machen: **sonst wäre es**, wie **Locke** sehr wohl saget, **eben so viel, als wenn man sich einbildete, ein Körper könnte da wirken, wo er nicht wäre.** Die Gelehrten mögen sich noch so sehr trennen; Leute, die billig und wahrhaftig Philosophen sind, können nicht zweyerley Wege zu philosophieren finden. Es wird allemal darauf ankommen, das wir unsre Untersuchungen auf die kläresten und einfältigsten Begriffe bringen, die nach der Erfahrung und mit einer vernünftigen Betrachtung der Natur gemacht sind.

Ich nehme also die subtile Materie in diesem Sinne, und mit allen den Eigenschaften an, die ihr **Newton** in seiner Optik zuschreibt, daß sie **eine wirksame, unendlich zarte flüßige Materie sey, ein Aether, der sich vermöge seiner ausdehnenden Kraft durch Himmel und Erde ausbreitet, und alle Körper frey durchdringet.**

Uebrigens habe ich mich nicht in den Streit eingelassen, ob die Zwischenräumchen dieser Materie leer seyn, wie **Newton** behauptet, oder ob sie, ins unendliche getheilt, einen absolut vollen Raum ausmache, wie **Cartesius** und der Pater **Malebranche** meynen. Diese Frage gehöret, meines Erachtens, mehr in die Metaphysik als in die Physik, und ich glaube, man kann sie, nicht nur in der Frage von dem Eisse, sondern auch in allen andern

bloß

bloß physischen Fragen, gar wohl entbären. Denn man nehme sie, wie man wolle, so wird man doch allemal auf kleine Räumchen kommen müssen, die entweder leer, oder mit einem andern Flüßigen angefüllt sind, welches noch subtiler ist, und, so zu reden, dasjenige nichts angehet, dessen Bewegungen die zu erklärende Erscheinung verursachen; und das kömmt ja mit dem Vacuo disseminato dieser Räumchen auf eines hinaus. So, wenn nur von der Luft, zum Exempel, die Rede ist, und man ihre ausdehnende Kraft vorausgesetzet, bloß die davon herrührenden Erscheinungen erklären soll, ist es fast allemal unnöthig, auf den Aether zu sehen, der die Zwischenräumchen der Luft erfüllet.

Gleiche Gründe überheben mich einer genauen Erklärung der Ursache von der Härte und dem ursprünglichen Zusammenhange der Theile der Körper, die ich mit einigen Weltweisen dem Drucke einer subtilen Materie, oder des elastischen Flüßigen, welches die Körper umgiebt, und in ihre Zwischenräumchen mehr oder weniger eindringt, zuschreibe. Abermals eine Frage, die metaphysisch ist, wenn man sie bis in ihre letzten Schranken bringt. Indem ich dieses Flüßige auf Art eines Heischesatzes, und einer Hypothese voraussetze, so unternehme ich keinesweges mechanisch zu erklären, wie es selbst dazu geschickt werde, daß ich daraus von dem Zusammenhalte der gröbern Elemente einer festen oder flüßigen Materie, die *in* unsre Sinne fällt, Grund geben kann. Denn in einer solchen Untersuchung würde man nimmermehr das Ende finden. Ueberhaupt begreift man gar wohl, daß der Druck des Aethers oder eines andern elastischen Flüßigen, welches subtiler ist als die Luft, die Elemente in

einem

einem Theilchen Luft mit einander vereinigen kann: gleichwie man begreift, daß die beyden Hälften der holen Kugel, daraus man die Luft gepumpet hat, von der umliegenden Luft an einander gedruckt und mit einander vereiniget werden. Allein, welche andre subtile Materie vereiniget mit einander, durch eine gewisse Kraft, die Elemente jedes Theilchens der erstern? Denn wer mir eine Materie nennet, der nennet mir Theile, derer Begriff nicht den Begriff eines Bandes in sich fasset, wofern nicht dieses Band selbst aus andern Theilen bestehen soll, die wieder ihre Theile haben, und so fort ins Unendliche.

Eben aus der Unmöglichkeit auf einem solchen Wege zum Unendlichen zu kommen, und gewisser maßen es zu erschöpfen, ist vermuthlich die Lehre von den Atomen, oder den wesentlich festen und unzertrennlichen Theilchen der Materie entsprungen. Aber uns liegt in gegenwärtigem Falle wenig daran, was man für Meynungen von dieser Sache hege. Es ist genug, daß alle wirkliche Kräfte des Wirbels der Sonne oder der Erde, welchen wir bewohnen, wenn ihnen auch alle unsre Kunst zu Hülfe gekommen ist, uns bis jetzo noch keine weitere Zerlegung gewisser Körper haben zeigen können, als in ihre Bestandtheile, das ist, in diejenigen Theilchen, welche durch ihre Wiederzusammensetzung allemal eben dieselben Körper wiedergeben, und ohne welche sie aufhören würden, das zu seyn, was uns die Versuche augenscheinlich weisen, daß sie sind. So ist es mit dem Golde, mit dem Quecksilber, und mit einigen andern Körpern, die für unversehrlich gehalten werden.

Die eigentlich so genannte Physick, und das Unendliche halten widersprechende Ideen in sich. Man kann diese ab-

stracten

stracten Fragen von dem Leeren und von dem Vollen, von dem Raume, von dem ursprünglichen Zusammenhange der Theilchen der Materie, von dem Ursprunge der Bewegung nicht ergründen, ohne bis auf die Ursache aller Ursachen, auf die wahrhaftig wirksame und wirkende Ursache, mit einem Worte bis auf das erste Wesen zurückzugehen; und man kann in diesem Verstande sagen, daß die ganze Physik, daß alles, was ihr Gegenstand, so weit er unsern Untersuchungen unterworfen ist, in sich fasset, nichts weiter ist, als ein Zusatz der Natur.

Ein Naturlehrer, der die Schranken nicht überschreiten will, die ihm, in so weit er einer ist, gesetzet sind, kann also den bedingt leeren Raum, davon wir oben geredet haben, die Bewegung, den Zusammenhang der Theilchen der Materie, und die Bestandtheilchen der Körper kühnlich als gegeben ansehen, nach Beschaffenheit der Materie, die er abhandelt. Er hat das Seinige gethan, wenn er sich von diesen Gründen durch lauter Folgen bis zu der nächsten Ursache derer natürlichen Wirkungen herabläßt, die er zu erklären sich vorgenommen hat: eben wie wir mit dem Mechanicus oder mit dem Uhrmacher, von dem wir die Erklärung einer Uhr erwarteten, völlig zufrieden sind, wenn er uns von dem Zeiger oder von dem Perpendikel durch alle übrige Theile der Maschine bis zu dem Gewichte oder der Feder, worinne der Ursprung ihrer Bewegung liegt, hindurch geführet, ohne daß er sich um die Ursache der Schwere oder der Ausdehnungskraft bekümmert hat. Mehr verlangen, und sich selbst so wohl als andern, die arbeiten, den Muth damit benehmen, daß man es uns für

unmög=

unmöglich ausgäbe, weiter zu kommen, hiesse, wenn das auch unstreitig wäre, doch so viel, als zu tausenderley dem menschlichen Leben nützlicher und dem Verstande höchst angenehmer Erkenntniß den Zugang verschliessen.

Nach dieser Ausschweifung, dazu mich mein Vorhaben gebracht hat, und ehe ich die subtile Materie, davon ich handelte, verlasse, muß ich noch dieses erinnern. Wenn man mir dieses wirksame elastische Flüßige, als die unsichtbare Ursache so vieler Erscheinungen, und darunter auch, wie ich glaube, des Gefrierens und des Schmelzens, einräumet: so wird man mir vielleicht mehr einräumen, als man meynet. Ich will sagen, so bald man sich von diesem Flüßigen einen klaren und deutlichen Begriff wird machen wollen, so wird man auf die Hypothese der kleinen Wirbel fallen, daraus der Pater Malebranche seinen Aether zusammengesetzet hat. Allein, wird man hierdurch etwas anders thun, als das, was wir von **Newtonen** selbst denken müssen, daß er gethan habe?

Als uns dieser Weltweise eine mechanische Erklärung von der Schwere hat geben wollen: so ist gewiß seine Meynung nicht gewesen, daß das Mittel, dessen er sich dazu bedienet, daß seine elastische flüßige Materie, selbst nicht unter den Gesetzen der Mechanik stehen sollte. Sein Wille ist nicht gewesen, eine dunkle Sache durch eine eben so dunkele zu erklären, eine wesentliche Elasticität der Materie anzunehmen, damit er zeigen möchte, daß er keine wesentliche Schwere der Materie annähme. Er hat also die kleinen Wirbel stillschweigend angenommen. Denn ich getraue mir zu behaupten, daß es sonst keinen verständlichen Grund

der

der Elasticität oder der Ausdehnungskraft in einer flüßigen Materie giebt. Die ursprüngliche Ausdehnungskraft kann nichts anders seyn, als eine Entfernungskraft: Die Entfernungskraft kann durch nichts bestehen, als durch die Bewegung der Materie um einen Mittelpunct oder um eine Axe; und aus dieser Bewegung entstehen die Wirbel. Also ist es unbegreiflich, daß in der Natur eine flüßige Materie ursprünglich und mechanisch elastisch sey, wenn sie nicht aus kleinen Wirbeln zusammen gesetzet ist. Folglich indem **Newton** ein ursprünglich elastisches Flüßiges angenommen hat, so hat er die kleinen Wirbel stillschweigend mit angenommen.

*Und* aus was sollte wohl **Boerhaavens** Materie des elementarischen Feuers sonst bestehen, als aus eben solchen Wirbeln oder elastischen Kügelchen? Dieser große Arzt hat durch tausend Versuche, und durch eben so viel tiefsinnige Betrachtungen, davon seine Chymie voll ist, gezeiget, daß die Materie des Feuers durch alle Körper, durch flüßige und feste, ausgebreitet sey, wo sie nur gewisse Umstände erwarte, sich unsern Sinnen zu offenbaren; daß sie allezeit mehr oder weniger in Bewegung sey; daß die Elasticität, die Ausdehnung, und die Eigenschaft alle Körper zu erweitern und zu verdünnen, ihr eigentliches Kennzeichen sey, darauf sich alle übrige bringen lassen. Ich würde daher auch kein Bedenken tragen, sie an die Stelle der subtilen Materie zu setzen, die ich in meiner Abhandlung von dem Eisse angenommen habe. Sie hat alle ihre Eigenschaften, und verrichtet vollkommen alle ihre Dienste.

Aus diesem allen, was wir bisher von diesem Flüßigen angemerket haben, welches alle andere flüßige Körper belebet, und alle feste durchdringt, folget nun, daß alle die dem Scheine nach so sehr unterschiedenen Begriffe, so man sich davon gemacht hat, darinne zusammenstimmen, daß man es annehmen, und ihm eine unbeschreibliche Subtilität, Wirksamkeit, und Elasticität beylegen müsse. Ich nehme es gleichfalls nicht anders an, als unter diesem allgemeinen Begriffe; und das ist es alles was ich davon nach Erforderung meiner Materie zu sagen gehabt habe.

Ich übergehe mit Stillschweigen etliche andere Anmerkungen, die nicht so allgemein und so wichtig sind, und die in dem Werke selbst ihren Ort finden werden. Ich will hier nur dieses beyfügen, daß ich nach dem ersten Plane, den ich mir davon gemacht hatte, und von dem ich mir nicht für erlaubt gehalten abzugehen, noch viele Muthmaßungen gewaget habe, die ich vielleicht bey jeder anderer Gelegenheit würde zurück gehalten haben: aber ich gebe sie nur deswegen ohne Weigerung, weil ich mich überrede, daß sie zu neuen Wahrnehmungen und zu neuen Versuchen Gelegenheit verschaffen werden.

NB. Die Kupfer werden zu Ende dieses Werks gebunden.

# Verzeichniß
## der Hauptstücke in diesem Werke.

## Erster Theil.

Von der Entstehung des Eisses . . . Seite 4

1. Hauptstück. Erklärungen, Grundsätze und Anmerkungen von der Natur der flüßigen Materien, und der fliessenden Körper. 5

2. Hauptstück. Innerliche Bewegung der fliessenden Körper, aus ihrer Ausdünstung hergeleitet. 8

3. Hauptstück. Verfolg der Erklärungen, Grundsätze und Anmerkungen von der Natur der flüßigen Materien und der fliessenden Körper. 14

4. Hauptstück. Warum die fliessenden Körper nicht augenblicklich verfliegen, sondern ihre Theile der Trennung ein wenig widerstehen; und wie zwischen diesen Theilen, der subtilen Materie, die sie umgiebt und durchdringt, und der äußerlichen subtilen Materie das Gleichgewicht erhalten wird. 18

5. Hauptstuck. Entstehung des Eisses. 24

6. Hauptstück. Allgemeiner Begriff von der Wärme und der Kälte, von dem Sommer und dem Winter, nebst dessen Anwendung bey der Entstehung des Eisses. 25

7. Hauptstück. Durch welche Grade man sich vorstellen kann, daß die Wirksamkeit der subtilen Materie in einem fliessenden Körper abnehme, wenn er gefriert. 31

8. Hauptstück. Von dem zufälligen und an die Beschaffenheit des Ortes gebundenen Ursachen des Gefrierens. Und erstlich von dem Salpeter und andern Salzen, die in der Erden enthalten, und in der Luft zerstreuet sind. 34

9. Hauptstück. Zweyte zufällige Ursache des Gefrierens, der Wind. 40

10. Hauptstück. Dritte zufällige Ursache des Gefrierens und des Frostes, die Zurückhaltung oder Verminderung der warmen Dünste, die aus dem Schoße der Erde aufsteigen. 44

11. Hauptstück. Von dem centralischen oder innersten Feuer der Erde, und den vornehmsten Erscheinungen, die daher rühren. 45

12. Hauptstück. Merkliche Wirkungen des centralischen Feuers in dem Meer und über dem Wasser des Meeres. 54

13. Hauptstück. Andre Wirkungen eines Feuers in dem innersten der Erde. 59

14. Hauptstück. Aeußerliche und den Oertern nach unterschiedene Umstände, welche sich mit dem Aufsteigen und mit der Unterdrückung der Dünste des centralischen Feuers verbinden. 64

15. Hauptstück. Anwendung dieses Grundes, oder der centralischen Dünste zur Erklärung des Gefrierens und des Frostes. 68

16. Hauptstück. Von der Verschiedenheit des Gefrierens, nach der Verschiedenheit der fliessenden Körper, überhaupt. 69

17. Hauptstück. Von den fliessenden Körpern, die gar nicht oder sehr schwer gefrieren. 71

18. Hauptstück. Von dem Gerinnen. 78

# Andrer Theil.

Von den vornehmsten Erscheinungen bey dem Eisse.
Seite 83

## Erster Abschnitt.

### Von den Erscheinungen bey dem Anfange und bey dem ganzen Fortgange der Entstehung des Eisses.

1. Hauptstück. Von den ersten Fäden des Eisses. 83

2. Hauptstück. Wie die Fäden des Eisses sich an die Gefässe und an einander selbst anlegen, und von den daraus entstehenden Figuren. 89

3. Hauptstück. Von den Luftblasen, die in dem Wasser werden, wenn es anfängt zu gefrieren, und von den verschiedenen Wirkungen, die sie darinne hervorbringen. 93

4. Hauptstück. Aufschwellen des Wassers, wenn es gefrieren will, und indem es gefriert. 97

5. Hauptstück. Drey Ursachen von diesem Aufschwellen währendes Gefrierens. Erste Ursache, die sichtbaren Luftblasen, so darinne entstehen. 100

6. Hauptstück. Zweyte Ursache von dem Aufschwellen des Wassers, indem es gefriert, die Veränderung der Lage seiner Bestandtheile durch die Luft, wenn sie sich aus ihren Zwischenräumchen losreißt. 111

7. Hauptstück. Von dem Winkel, unter welchem die Theilchen des Eisses, und die Bestandtheilchen des Wassers währendes Gefrierens an einander zu fügen sich bestreben. 114

8. Hauptstück. Beyspiele und Inductionen, wodurch diese Bestrebung bestätiget wird. 120

9. Hauptstück. Beweise dieser Bestrebung der Theilchen des Wassers, sich unter einem Winkel von 60 Grad mit einander zu verbinden. 127

10. Hauptstück. Dritte Ursache von dem Aufschwellen des Wassers beym Gefrieren, die Veränderung der Lage seiner Theilchen wegen ihrer Bestrebung unter einander Winkel von 60 Grad zu machen. 135

11. Hauptstück. Von der Kraft des gefrierenden Wassers die Gefässe, darinne es eingeschlossen ist, zu zersprengen, als einer Folge der Vereinigung aller derer Ursachen, die etwas zu seinem Aufschwellen beytragen. 139

12. Hauptstück. Daß das Bestreben nach der Verbindung unter einem Winkel von 60 Graden, und die daher rührende Bemühung der Theilchen des gefrierenden Wassers sich auszubreiten, auch in andern Umständen, die den Umständen des Gefrierens ähnlich sind, statt finden, ohne von der Kälte und dem Froste verursachet zu werden. 141

## Zweyter Abschnitt.

### Besondere Fragen über die Erscheinungen bey dem Eisse, in Absehen auf den Zustand und die Umstände, darinne sich das Wasser, welches gefrieren soll, befindet.

1. Hauptstück. Ob das Wasser, welches man hat sieden lassen, leichter gefrieret. 148

2. Hauptstück. Ob die großen Flüsse auf ihrer Oberfläche oder auf dem Grunde zu gefrieren anfangen. 153

3. Hauptstück. Vom Wasser, welches nicht gefriert, wenn es dem Froste ausgesetzt ist, ob es gleich einen größern Grad von Kälte hat, als der gewöhnliche

Grad

Grad des gefrierenden Wassers ist. Wahrnehmungen und Versuche. 162

4. Hauptstück. Verfolg der Wahrnehmungen und Versuche über diesen Puuct. 166

5. Hauptstück. Betrachtungen über die vorhergehenden Wahrnehmungen und Versuche. 173

6. Hauptstück. Ob das Wasser zuweilen in einem ganzen Lande gefrieren kann, wenn gleich die Luft nicht so kalt ist, als bey dem ordentlichen Froste. 182

7. Hauptstück. Weitere Ausführung dieser Frage; Untersuchung des zweyten Falles, nämlich, ob in gewissen Ländern das Wasser beständig bey einem viel geringern Grade von Kälte gefriert, als der von unseren Thermometern bey dem ordentlichen Froste gezeiget wird. 187

8. Hauptstück. Fortsetzung dieser Materie, von einer andern Seite betrachtet; nämlich, ob das Wasser durch eine heftige Erschütterung seiner Masse, oder durch ein fortwährendes Zuwehen frischer Luft, kälter werden und endlich gefrieren kann. 193

9. Hauptstück. Betrachtungen über die vorstehenden Wahrnehmungen und Versuche. 202

## Dritter Abschnitt.

### Von den Erscheinungen bey dem vollkommenen Eisse.

1. Hauptstück. Von der Größe des Eisses. 204

2. Hauptstück. Ob die Größe des gefrornen Wassers, oder des Eisses immer fort wächst. 208

3. Hauptstück. Von der Kraft des Eisses, womit es widersteht, wenn es soll zerrissen, zerbrochen, oder

platt gemacht werden, und überhaupt von seiner Festigkeit. 211

4. Hauptstück. Von der Stärke des Eisses eine Last zu tragen, wenn es selbst von dem Wasser getragen wird. 219

5. Hauptstück. Von der Kälte des Eisses. 222

6. Hauptstück. Von dem Geschmacke des Eisses. 224

7. Hauptstück. Von der Durchsichtigkeit des Eisses. 227

8. Hauptstück. Von der Stralenbrechung im Eisse. 232

9. Hauptstück. Von den Figuren des Eisses, und von der Palingenesie. 234

10. Hauptstück. Von der Ausdünstung des Eisses. 238

11. Hauptstück. Von dem Schnee 242

## Vierter Abschnitt.

### Von den Erscheinungen bey dem Eisse, wenn es zergeht oder schmilzt, und von dem Thauen.

1. Hauptstück. Von dem Schmelzen des Eisses überhaupt. 248

2. Hauptstück. Daß das Eiß viel langsamer schmilzt, als es entstanden ist; und warum? 251

3. Hauptstück. Von der Ordnung in welcher die Theile des Eisses schmelzen. 254

4. Hauptstück. Von dem Thauwetter. 256

5. Hauptstück. Ein Plan zu Anstellung verschiedener Wahrnehmungen über die jährliche und ordentliche

liche Wiederkunft des Frostwetters und des Thauwetters, und über ihre Währung, in Beziehung auf das Clima von Paris, und auf die andern Climae der Erde. 259

6. Hauptstück. Von demjenigen Eisse oder von derjenigen Art vom Schnee, die sich, wenn nach langem Froste Thauwetter einfällt, an die Mauern anlegt. 263

7. Hauptstück. Von den krummlinigen Figuren, die man zuweilen bey Thauwetter an den Fensterscheiben findet, und die aus lauter Stückchen Eiß bestehen. 266

## Fünfter Abschnitt.

### Von dem durch Salze gemachten künstlichen Eisse.

1. Hauptstück. Daß die Salze das Gefrieren des Wassers nicht anders verursachen, als indem sie das Eiß, welches um das Wasser herum gelegt ist, schmelzen. Versuche von diesem Schmelzen. 274

2. Hauptstück. Entstehung des künstlichen Eisses. 278

3. Hauptstück. Worinne das künstliche Eiß von dem ordentlichen unterschieden ist. 279

4. Hauptstück. Von dem künstlichen Aufthauen, oder von der Art und Weise, wie man die Früchte, und die Glieder, die gefroren waren, wieder aufthauet. 293

5. Hauptstück. Von der unterschiedenen Kraft verschiedener Salze, das künstliche Gefrieren zu befördern. 285

6. Hauptstück. Ob die Salze gar nicht anders, als durch ihre Auflösung, in das Eiß wirken, um es zu schmelzen. 288

7. Hauptstück. Von der Eigenschaft der Salze, daß sie das Wasser, worinne sie aufgelöset werden, kälter machen, ohne es in Eiß zu verwandeln. 290

8. Hauptstück. Von dem künstlichen Gefrieren, ohne Eiß, bloß durch Hülfe der Salze. 294

9. Hauptstück. Von dem künstlichen Gefrieren ohne Salze und ohne Eiß. Beschluß des ganzen Werkes. 297.

# Abhandlung von dem Eisse,

Oder

## Physikalische Erklärung der Entstehung des Eisses, und der dabey vorkommenden verschiedenen Erscheinungen.

Die Entstehung des Eisses erklären, heißt durch Gründe, die aus der Natur und den Eigenschaften der Körper, welche zu Eisse werden, hergenommen sind, zeigen, wie und durch welche Mechanik eine solche Veränderung mit derselben vorgeht. Diese Erklärung erfodert also eine genaue Erkenntniß der Natur und der Eigenschaften der Körper, welche gefrieren, das ist, der fliessenden Körper.

Weil aber in den Körpern keine Veränderung geschehen kann, ohne durch das Wirken einer äusserlichen Ursache; so wird man hier etwas mehr, als den fliessenden Körper, und das Eiß zu untersuchen haben, und nothwendig andere Körper, oder eine andere Materie erkennen müssen, sie sey sicht-

bar oder unsichtbar, welche die fliessenden Körper in den Zustand setze, da sie ihre Flüßigkeit verlieren, und in das verwandelt werden, was man Eiß nennet.

Man sieht hieraus, wie schwer die gegenwärtige Frage, sowohl an und für sich selbst, als auch wegen ihrer Verknüpfung mit andern sehr schweren Fragen seyn müsse. Ja, die Entstehung des Eisses, und die dabey vorkommenden Erscheinungen umfassen, gewisser maßen, das ganze physikalische Gebäude der Welt. Denn die Ursache des Gefrierens ist ohne Streit unsichtbar, und weil das Eiß in einem von Luft leeren Raume nicht weniger als in der Luft entsteht: so muß die fremde Materie, welche in die fliessenden Körper wirket, um sie in Eiß zu verwandeln, eine flüßige Materie seyn, die weit subtiler ist, als die Luft, eine ätherische und wirksame Materie, die alle Körper, feste sowohl als flüßige, umgiebt, und mehr oder weniger durchdringt, eine Materie, die zwar von vielen für ein Hirngespinnst mag gehalten werden, aber doch von dem vernünftigeren Theile der Weltweisen angenommen wird, als die Quelle aller sichtbarer oder unsichtbarer, äusserlicher oder innerlicher Bewegungen der Körper, und folglich aller Veränderungen und aller Mannigfaltigkeiten in der Natur, mit einem Worte, als die Triebfeder in der Maschine der Welt.

Ueber dieses ist zu erwegen, daß die Anzahl der verschiedenen fliessenden Körper, der einfachen sowohl als der zusammengesetzten, und folglich auch der verschiedenen Arten des Gefrierens fast unendlich ist. Denn obgleich alle Arten des Gefrierens einander ähnlich sind, in so weit sie vermuthlich alle von einer Ursache herkommen: so ist doch eine unendliche Mannichfaltigkeit unter denselben in Ansehung der Erscheinungen, die dabey sind. Und wenn man diese Frage tiefer einsieht, so findet man, daß sie sich nicht auf die fliessenden Körper allein erstrecket, und daß selbst die festesten Körper dabey nicht auszuschliessen sind.

Man

Man wußte, daß die Harze, die Metalle, das Glas, und die meisten Mineralien und Foßilien schmelzen, oder fliessend werden könnten: aber die Versuche mit dem berühmten Brennspiegel des Königlichen Palastes (*) haben uns gelehret, daß fast kein Körper auf der Erde sey, der nicht durch ein heftiges Feuer geschmelzet oder verglaset werden könne; und daß, wenn einer ist, den man nicht in diesen oder jenen Zustand hat versetzen können, solches nur der Unvollkommenheit der Kunst, oder der Ermangelung eines dazu genugsam starken Mittels, aller Wahrscheinlichkeit nach zuzuschreiben sey. Was ist aber das Schmelzen vor Hitze anders, als ein wirkliches Austhauen? und die Festigkeit, so der geschmelzte Körper erlanget, wenn er wieder erkaltet, anders, als ein wirkliches Gefrieren? Das Gefrieren und das Austhauen sind zwo Wirkungen, die sich auf einander beziehen, und derer beyder Untersuchung gewiß zu der gegenwärtigen Frage gehöret. Und weil nichts auf der Erde ist, welches nicht diese beyden Veränderungen leiden kann: so ist es klar, daß sich die gegenwärtige Frage auf alle Körper der Erden erstrecket.

Indessen wird man von mir ohne Zweifel keine solche Abhandlung vom Eisse erwarten, welche der Weitläuftigkeit dieses Begriffes Genüge thäte; und ich habe kein solches Zutrauen zu meinen Kräften, daß ich dergleichen unternehmen wollte. Allein, wenn ich mich auch nur an das wesentlichste und beträchtlichste in dieser Materie halten will, welch ein großes Feld habe ich nicht alsdenn noch vor mir!

Ich habe schon genug zu verstehen gegeben, daß ich die Entstehung des Eisses einer subtilen und wirksamen Materie beymesse, welche alle fliessende Körper umgiebt und durchdringt. Es kömmt also darauf an, daß wir zwischen dieser Materie und ihren verschiedenen Bewegungen bey dem



(*) Hist. de l'Acad. des Sciences 1699. p. 90. Mém. 1702. p. 141. Mém. 1709. p. 162.

Gefrieren, diejenige Verhältniß finden, die zwischen einer Ursache und ihrer Wirkung ist. Um aber meine Gedanken darüber besser zu erklären, will ich wiederum den Weg gehen, der mich anfangs dazu geführet hat, und hier von neuen die Ursache des Gefrierens suchen, als wenn ich mir noch keine Hypothese von dieser Sache gemachet hätte.

Die Theorie von der Entstehung des Eisses muß zu den besonderen Erklärungen der vornehmsten damit verknüpften Erscheinungen verhelfen, gleichwie hinwiederum die Erklärung der Erscheinungen der Theorie ein neues Licht und einen neuen Grad der Wahrscheinlichkeit geben muß.

* * * * * * * * * * * * * * * * *

# Erster Theil.

## Von der Entstehung des Eisses.

Weil die Erkenntniß der fliessenden Körper unumgänglich nöthig ist, die Ursache der Entstehung des Eisses zu entdecken: so kann man nicht umhin, diese Untersuchung von der Prüfung der fliessenden Körper anzufangen. Wir wollen also sehen, was ein fliessender Körper sey, und den Begriff, den man sich davon zu machen hat, durch genaue Erklärungen und Beschreibungen bestimmen. Hernach wird sich die Ursache seines Gefrierens, die Art und Weise, wie er um seine Flüßigkeit kömmt, ohne Zweifel von sich selbst geben. Hierauf wollen wir untersuchen, ob diese Ursache die einzige sey, oder ob noch eine andere sich zu ihr geselle, und endlich die verschiedenen Grade der Stärke und Wirksamkeit, so sie nach Beschaffenheit der verschiedenen Dinge, darein sie wirket, haben kann.

# Erstes Hauptstück.

## Erklärungen, Grundsätze, und Anmerkungen, von der Natur der flüßigen Materien und der fliessenden Körper.

Das **Fliessendseyn** ist nichts anders als eine Art der **Flüßigkeit**. Eine **flüßige Materie** überhaupt ist *ein* Körper, dessen Theile nicht fest an einander hängen, welcher leicht ausweicht, wenn er angerühret wird, welcher seiner Zertheilung wenig widersteht, und sich, wie von sich selbst, ausbreitet.

Unter den flüßigen Materien breiten sich einige aus, vermöge ihrer Electricität und Schwere, wie zum Beyspiele die Luft, einige nur allein vermöge ihrer Schwere, wie ein Haufen Sand, ohne daß sich ihre Oberfläche genau in einen wagerechten Stand setze; und dieses sind die eigentlich so genannten **flüßigen Körper**.

Es giebt aber noch andere, als das Wasser, das Oel, das Queckſilber, die sich theils vermöge ihrer Schwere, theils vermöge der Bewegungen, die ihre Theile unter einander nach allen Gegenden haben, ausbreiten, so daß sie, wenn sie in zureichender Menge sind, so lange fliessen und sich verbreiten, bis ihre Oberfläche vollkommen horizontal geworden ist; und diese nennet man **fliessende Körper**. Dieser wagerechte Stand oder diese mit dem Horizonte beständig parallele Lage ihrer Oberfläche, vermöge ihrer Schwere und der Bewegungen, so ihre Theile nach allen Gegenden haben, unterscheidet sie eben von den eigentlich sogenannten flüßigen Körpern, und machet das wahrhaftige Kennzeichen des Fliessendseyns aus.

Indessen, wenn wir einen fliessenden Körper in unterschiedenem Zustande, oder in Vergleichung mit einem andern fliessenden Körper betrachten, werden wir zuweilen sagen, er sey **mehr oder weniger flüßig**, an statt zu sagen,

 daß

daß er mehr oder weniger fliessend sey, und seine Theile ihrer Trennung von einander weniger oder mehr widerstehen.

Die Bewegung der Theile in den fliessenden Körpern ist nicht zu sehen, weil diese Theile viel zu klein sind, daß sie könnten mit den Sinnen wahrgenommen werden: dessen ungeachtet ist sie wirklich. Unter verschiedenen Wirkungen, daraus sie sich beweisen läßt, ist eine der vornehmsten, die Auflösung und Zerstörung der festen Körper durch fliessende. Man sieht, zum Exempel, keine Bewegung in dem Scheidewasser, welches in einem Glase still steht: indessen wenn man ein Stück Kupfer darein tauchet, entstehet alsbald in dem Wasser eine Erhitzung und Wallung; das Kupfer wird zusehens an seiner ganzen Oberfläche angefressen, und endlich verschwindet es gar, und das Scheidewasser wird mit seinen unsichtbar gewordenen Theilen durch und durch und gleichförmig vereiniget, wodurch es eine blaue ins Meergrün fallende Farbe erhält. Was die Etzwasser in Ansehung der Metalle sind, das sind die andern fliessenden Körper in Ansehung anderer Materien; ein ieder löset gewisse Körper auf, mehr oder weniger, nach der verschiedenen Figur, Bewegung, Festigkeit oder Subtilität seiner Theile. Nun ist es aber klar, daß die Auflösung eine Bewegung voraus setzet, oder nichts anders ist, als die Wirkung der Bewegung. Das Kupfer löset sich selbst nicht auf, eben so wenig giebt es dem Scheidewasser eine Bewegung, die es selbst nicht hat. Die Ruhe, worinne die Theile des Kupfers sind, und die Ruhe, der Theile des fliessenden Körpers zusammen, werden nimmermehr eine Bewegung hervorbringen. Nothwendig müssen also die Theile des fliessenden Körpers wirklich beweget werden, und zwar nach allen Gegenden; weil sie von allen Seiten und nach allen Gegenden den festen Körper angreifen und auflösen, bis sie ihn in den zärtesten Staub verwandelt haben. Eben das kann man von dem Brausen sagen, das in gewissen fliessenden Materien entsteht, wenn sie mit einander vermischt werden.

werden. Sollte die plötzliche innerliche Bewegung, die aus dieser Vermischung erfolget, von ihrer beyderseitigen Ruhe herkommen? Es mag sonst eine Ursache davon seyn, welche es wolle, so werden wir solche wieder eben so zu unserm Vorhaben anwenden können.

Die innerliche Bewegung der fliessenden Körper ist so unumgänglich zur Auflösung nöthig, daß wenn man auch das beyderseitige Anziehen der einander berührenden Theile des auflösenden und des aufzulösenden Körpers zu Hülfe nehmen wollte; man dennoch die Bewegung oder Veränderung der Stellen nach allen Gegenden bey den Theilen des erstern zugeben müßte. Sonst wäre es unmöglich zu begreifen, daß sie in den festen oder fliessenden Körper, der ihnen bloß gestellet wird, alle, die entferntesten sowohl als die nächsten, wirken, und die aufgelöseten Theilchen durch die ganze Masse des auflösenden Körpers gleichförmig vertheilet werden könnten. (*)

Diesem Beweise, welcher sehr stark ist, will ich noch einen an die Seite setzen, der es nicht weniger ist. Wir wollen ihn von der Ausdünstung der fliessenden Körper, oder von ihrer Flüchtigkeit hernehmen, die, wie wir bald sehen werden, wenn sonst alle Umstände einerley sind, um so viel größer seyn muß, ie mit mehr Freyheit und Geschwindigkeit die subtile oder ätherische Materie, welche dieselben durchdringt, sich in ihnen beweget, und ie mehr Bewegung sie folglich ihnen mittheilen kann.



(*) *Ipsa quoque solutio salium, quam aqua quieta peragit, demonstrat elementa illius moveri, licet solutio haec attractioni potius partium inter se, quam propulsui, tribuenda videatur; attamen solutio in tota massa vix futura videtur, nisi intestino motu de loco in locum continenter agitata elementa successive ita se applicarent ad solvendum salem.* Boerhaave, Chemia, T. I. p. 300. Edit. Paris. 173

## Zweytes Hauptstück.

### Innerliche Bewegung der fliessenden Körper, aus ihrer Ausdünstung hergeleitet.

Die Ausdünstung der fliessenden Körper überhaupt, hat nur alsdenn statt, wenn sie der freyen Luft ausgesetzet sind, und ist niemals so merklich, als wenn die Luft bewegt, oder immerfort verändert wird. Ordentlich geschieht sie gar nicht, wenn das Gefäße wohl verstopft ist, und allemal ist sie viel geringer, wenn die Luft ruhig auf der Oberfläche des fliessenden Körpers liegt; die Theilchen, die sich in die Höhe heben, können alsdenn nicht weit kommen, oder fallen alsbald wieder herunter.

Gesetzt nun, daß ein fliessender Körper in freyer Luft sey: so wird seine Ausdünstung um so viel größer seyn, 1. je eine größere Oberfläche von selbigem die Luft berühret, 2. je weniger Schwere seine Theilchen haben, und je leichter eben deswegen die Luft, die an seine Oberfläche stößt, solche erhalten, fortbringen, und in sich ziehen kann, 3. je flüssiger er ist, oder je weniger Zusammenhang seine Theilchen unter einander haben, und endlich 4. wenn eine innerliche Bewegung statt hat, je größer diese Bewegung ist. Denn die fliessenden Körper müssen, wie wir bald zeigen werden, aus dieser einzigen Ursache, eine stete Bemühung haben sich mehr oder weniger zu zerstreuen, nachdem diese Ursache mit mehr oder weniger Kraft wirket. Ich gestehe, man könnte noch die Dicke und Figur der Theilchen hinzusetzen: allein zu geschweigen, daß wir von diesen Umständen nichts zuverläßiges zu sagen wissen, so halte ich dafür, daß sie schon unter der eigenthümlichen Schwere und der Flüssigkeit genugsam mit begriffen sind.

Das sind, wenn ich nicht irre, die vornehmsten Ursachen der Ausdünstung der fliessenden Körper. Da man aber ihre Oberflächen einander allemal gleich machen oder setzen kann,

wenn

wenn man zween oder mehr mit einander vergleichen will: so wollen wir die erste Ursache ihrer Ausdünstung bey Seite setzen, und uns nur an die drey leztern halten, derer Verknüpfung wir durch diese kurze Regel ausdrücken wollen: **Die Ausdünstung fliessender Körper steht** *in einer* **zusammengesetzten Verhältniß,** *aus* **der umgekehrten eigenthümlichen Verhältniß ihrer Schweren, und den Verhältnissen der Grade ihrer Flüßigkeit und ihrer innerlichen Bewegungen.**

Folglich, wenn die nach diesem Plane gemachten Versuche uns lehren, daß unter diesen drey Ursachen die beyden erstern nicht zureichen, uns die völlige und wirkliche Ausdünstung der fließenden Körper zu geben: so müssen wir schliessen, daß die dritte auch vorhanden sey; und wir werden so *viel mehr* Recht haben, dieses zu schließen, und diese dritte Ursache anzunehmen, je augenscheinlicher und deutlicher die Unzulänglichkeit der beyden erstern seyn wird. Dieses wollen wir jezo aus der Vergleichung zweyer sehr bekannter fliessender Körper, des Wassers und des Weingeistes, sehen.

Vor ein Fenster gegen Abend gelegen, habe ich zwey kleine Unterschälchen von Porcelan gesetzet, die einander fast gleich, und von gleichem Gewichte, und zirkelrund waren, und nicht *weit* vom Rande, wo ich vorherwußte, daß die Oberfläche des fliessenden Körpers würde zu stehen kommen, ungefähr 4 Zoll im Diameter hielten. Das Thermometer des Herrn von **Reaumür** war damals an eben diesem Fenster 11 Grad über dem Puncte des gefrierenden Wassers, und das Barometer war 27 Zolle 10 Linien. Es war zwischen neun und zehn Uhr vor Mittage, bey trübem Wetter, und bey einem fast unmerklichen Südsüdwestwinde, um die Mitte des Mayes zu Paris. In eins dieser beyden Schälchen goß ich zwo Unzen Flußwasser, und ins andere eben so viel guten Weingeist, der die Probe hielt. Hierauf brachte ich beyde Schälchen sammt den darein gegossenen Materien genau zu

einem Gewichte, indem ich bald hier bald dort einen Tropfen hinzu that oder wegnahm.

Nachdem ich dieses alles in dieser Zurichtung eine Stunde lang hatte stehen lassen, wog ich dieses Schälchen mit dem, was es in sich hielt, von neuen, und fand, daß in dieser Zeit der Weingeist um 2 Quentchen 50 Gran, und das Wasser nur um 25 Gran leichter geworden war. Das giebt die Verhältniß von 194 gegen 25, die ein wenig kleiner ist, als von 8 gegen 1.

Den 29 eben dieses Monates zu Mittage, als das Thermometer in demselben Fenster 17 Grad über dem Puncte des gefrierenden Wassers, und das Barometer 28 Zoll war, habe ich gleichermassen zwey Caffeköpfchen von Porcelan, die dem Ansehen nach einander gleich waren, bis auf eine halbe Linie, eine mit Flußwasser, die andere mit dem vorhin bemeldeten Weingeiste gefüllet, und sie bey einem sehr schwachen Nordwinde, heiterem Himmel und schönem Sonnenscheine, vor eben das Fenster gesetzet, auf welches doch weder der Wind noch die Sonne traf. Jedes Köpfchen war oben 2 Zoll 7 Linien weit, so daß die Oberflächen in diesen und den vorhergehenden Schälchen sich gegen einander bey nahe wie 25 gegen 60 oder wie 5 gegen 12 verhalten haben. Darum habe ich sie dießmal 2 Stunden 25 Minuten lang stehen lassen, um die Gleichheit zu erlangen, indem der Mangel der Oberfläche durch den Ueberschuß der Zeit ersetzet wurde.

Nach Verfliessung dieser Zeit war der Weingeist um 4 Quentchen, und das Wasser um 34 Gran leichter geworden; welches die Verhältniß giebt wie 288 gegen 34, die etwas größer ist, als die Verhältniß von 8 gegen 1. Und weil sie bey dem erstern Versuche etwas kleiner herausgekommen ist: so werden wir sie wie 8 gegen 1 ohne viel zu fehlen annehmen können.

Ich will es bey diesen beyden aus einer großen Anzahl ausgelesenen Versuchen, und bey dieser Verhältniß, die aus ihnen

Ihnen folget, bewenden lassen. Denn es ist hier nicht so wohl die Frage von der wirklichen Größe der Ausdünstung dieses oder jenes fliessenden Körpers in diesen oder jenen Umständen der Wärme oder der Kälte, der trockenen oder feuchten, der bewegten oder ruhigen Luft, als vielmehr von der Verhältniß zwischen diesen Ausdünstungen, die sich unter einerley Umständen vielweniger verändert. Aber ich darf nicht unerinnert lassen, daß diese Versuche einen betriegen könnten, wenn man sie mit einer nach Proportion der Oberflächen allzu kleinen Menge fliessender Materien anstellete, oder, welches auf eines hinauskömmt, wenn man diese gar zu lange stehen ließe, bis sie sich fast gar verzehret hätten. Denn der Weingeist, wird endlich zu sehr geschwächt, und nichts mehr seyn, als ein unschmackhaftes Wasser, dessen Ausdünstung freylich viel langsamer seyn muß, als eines Weingeistes, der noch seine völlige Stärke hat; da indessen in der Natur des Wassers, als einer einförmigern Materie, durch die Ausdünstung fast gar keine Aenderung geschehen ist. Mit dem Weingeiste, der nach den vorhin beschriebenen Ausdünstungen übrig geblieben war, konnte ich noch sehr geschwind das Pulver anzünden.

Wir finden also durch diese Versuche, daß die Ausdünstung des Weingeistes gegen die Ausdünstung des Wassers sich bey nahe wie 8 gegen 1 verhält. Nunmehr wollen wir sehen, wie viel diese beyden fliessenden Materien vermöge der beyden erstern Ursachen, das ist, vermöge ihrer eigenthümlichen Schwere, und ihrer Flüßigkeit, zusammen genommen, hätten ausdünsten sollen.

Die Schwere des Flußwassers verhält sich nach Hrn. **Muschenbroecken,** (*) gegen die Schwere eines rectificirten Weingeistes, wie 1009 gegen 866, und ihre Flüßigkeit ist nach den Versuchen des Hrn. **le Monnier** (†) wie 1000 gegen 1098. Wenn wir dieses voraus setzen, und hierüber noch annehmen,

(*) Essai de Physique p. 414.

(†) Hist. de l'Acad. des Sc. 1741. p. 15.

nehmen, daß die Flüchtigkeit, oder die Leichtigkeit auszudünsten, bey verschiedenen fliessenden Körpern in einer Verhältniß stehe, die aus der Verhältniß ihrer Flüßigkeit und aus der umgekehrten Verhältniß ihrer Schwere zusammen gesetzet sey: so sehen wir deutlich, daß die Flüchtigkeit des Weingeistes, vermöge dieser beyden Ursachen allein, sich gegen die Flüchtigkeit des Wassers verhalten muß, wie das Product aus 1009 und 1098 gegen das Product aus 866 und 1000, das ist ungefähr wie 5 gegen 4.

Hieraus ist klar, daß die Ausdünstung des Weingeistes, wegen seiner Leichtigkeit und Flüßigkeit, die Ausdünstung des Wassers, in so weit sie von eben diesen beyden Ursachen herrühret, nur um $\frac{1}{5}$ übertreffen würde, dahingegen bey der Verbindung aller drey Ursachen jene diese um $\frac{7}{8}$ übertroffen hat. Dieses zeigt uns, ohne weitere Rechnung, zur Genüge, daß die dritte Ursache die innerliche Bewegung, bey der Ausdünstung des Weingeistes statt findet, das meiste dazu beyträgt, und folglich wirklich da ist. Aus eben diesen Versuchen wird man durch eine Auflösung, die ich hier nicht ausführlich beybringen mag, finden, daß die innerliche Bewegung des Wassers nicht weniger wirklich ist, ob sie gleich viel kleiner ist, indem sie noch nicht gar den 6ten Theil von der innerlichen Bewegung des Weingeistes ausmachet. (*) Und so ist es auch mit andern fliessenden Materien, wenn die Proportionen alle bleiben.

Was

(*) Dieses läßt sich aus den obigen Verhältnissen ohne alle Weitläuftigkeit folgendergestalt zeigen. Weil die Ausdünstungen des Weingeistes und Wassers sich gegen einander, vermöge der Versuche wie 8 gegen 1 verhalten, und diese Verhältniß aus der Verhältniß 5 : 4 und der Verhältniß der innerlichen Bewegung des Weingeistes gegen die innerliche Bewegung des Wassers zusammen gesetzt seyn soll: so muß nothwendig diese letztere Verhältniß der innerlichen Bewegungen der Verhältniß $\frac{8}{5} : \frac{1}{4}$ gleich seyn; das ist, die innerliche Bewegung im Weingeiste muß sich zu der im Wasser wie 32 gegen 5 oder beynahe wie 60 gegen 1 verhalten. U.

Was der Weingeist, der Flüchtigkeit nach, in Ansehung des Wassers ist, das können andere fliessende Körper in Ansehung des Weingeistes seyn. Dieses scheinet von demjenigen chymischen Geiste zu gelten, welcher unter dem Namen des Aethers bekannt ist. (*) Er ist so flüchtig, daß der Finger, welchen man darein getunket hat, alsbald wieder trocken wird, und daß wenn ein weniges davon in die Luft geworfen wird, solches darinne verschwindet, und nicht wiederum hierunter fällt. Das Wasser, welches hier das letzte Glied der Verhältniß ist, kann zum ersten, und in Ansehung anderer Materien z. E. des Scheidewassers rc. zu Weingeiste werden; immaßen sie ebenfalls von dem Wasser, der Flüchtigkeit nach, unendlich mehr, als der Schwere und Flüßigkeit nach, unterschieden seyn können. (†)

Die Ausdünstung der fliessenden Materien in einem von Luft leeren Raume giebt einen fast noch deutlichern Beweis von ihrer eigenen Flüchtigkeit oder ihrer innerlichen Bewegung: weil der leere Raum, der sie umgiebt, nicht das Ansehen hat, daß er eine merkliche Wirkung in sie habe. Ich beziehe mich hierbey auf Herrn Wallers Versuche, welche mit aller möglichen Aufmerksamkeit in einem so vollkommen leeren Raume, als er durch eine Luftpumpe gemacht werden kann, angestellet worden, nachdem keine Blasen mehr zum Vorscheine gekommen sind, und die in der fliessenden Materie eingeschlossene Luft durch wiederholtes Auspumpen ist weggebracht gewesen. Es folget aus diesen Versuchen, daß das Wasser, der Wein, und die andern fliessenden Körper in dem leeren Raume ausdünsten, (*) ohne Zuthun einer äusserlichen Ursache,

(*) Mém. de l' Acad. des Sc. 1734. p. 41.

(†) Von der Art und Weise, wie die Theilchen eines fliessenden Körpers von der Luft weggenommen werden, ist mir keine bessere Erklärung bekannt, als die, welche Herr Bouillet gegeben, und man in der Histoire de l' Acad. des Sc. 1742. p. 18. finden kann.

(*) Also leidet das, was der Verfasser zu Anfange dieses Hauptstückes gesagt hat, eine starke Einschränkung. U.

Ursache, dergleichen das Anstossen oder Anrühren der Luft ist; vieler anderer merkwürdiger Folgen zu geschweigen, welche die Gestalt, unter welcher die Theilchen der fliessenden Materien bey der Ausdünstung davon fliegen, ihre specifische Leichte, u. d. m. betreffen, die man in seiner Schrift lesen kann. (*)

## Drittes Hauptstück.

### Verfolg der Erklärungen, Grundsätze und Anmerkungen von der Natur der flüßigen und der fliessenden Körper.

Ob es gleich Körper giebt, wie zum Exempel die Flamme, derer Theilchen von unten in die Höhe, und von dem Mittelpuncte nach dem Umkreise eine Bewegung haben, die sehr stark und der zitternden Bewegung elastischer Körper ähnlich ist: so können dieselben doch nicht fliessende Körper genennet werden; es sind nur flüßige, weil ihnen die Bewegung nach allen Gegenden, das Gewicht, und vielleicht noch andere Umstände fehlen, durch welche ihre Oberflächen in horizontalen Stand gebracht werden könnten.

Ein fliessender Körper kann flüßig werden, oder einen flüßigen Körper durch einen Haufen seiner Theilchen ausmachen, wenn sich diese von der ganzen Masse absondern. Das sieht man am Wasser, wenn es in einen Dampf aufgelöset wird. Denn die Nebel und Wolken sind flüßige Körper oder Haufen, ob sie gleich aus nichts als einer Sammlung der Theilchen von fliessenden Materien entstehen.

Hinwiederum kann ein eigentlich sogenannter flüßiger Körper zu einem fliessenden werden, wenn man in die Räume zwischen den Theilen, die ihn ausmachen, eine Materie bringt, welche dieselben nach allen Gegenden beweget, und sie veranlasset, sich auf der Oberfläche neben einander in wagerechten

(*) De ascensu vaporum in vacuo demonstratio, Aut. *Nic. Wallerio*. Acta Litt. & Scient. Sueciae. Ann. 1738.

rechten Stand zu setzen; fast so wie es bey einem Haufen Sand geschieht, den man in ein Gefässe voll siedenden Wassers schüttet.

Und hingegen, wenn man sich einbildet, daß eine stärkere Kraft, als diejenige welche die Körnchen dieses Sandes beweget, hinzukomme, so einschließe, und stark an einander drücke, dergestalt, daß sie nicht mehr über einander wegschlupfen, noch durch das siedende Wasser, das zwischen ihnen fließt, von einander getrennet werden können: so wird dieses Ganze, dieser Haufen Theile, die zuvor einen fliessenden Körper macheten, nichts mehr seyn, als ein fester Körper, und, wenn ich so reden darf, ein wirkliches Eiß.

Ich erkläre sorgfältig alle diese Wörter, daß man mit ihnen keine andere Begriffe verbinde, als ich. Hier folgen noch einige, derer Erklärung mir Anlaß geben wird, zween in dieser Materie sehr wichtige Grundsätze vorzutragen.

Ich verstehe unter den **Bestandtheilen** (*) eines fliessenden oder andern Körpers die kleinsten Theile, darein er wirklich getheilet ist, und die zu seiner Zusammensetzung erfodert werden, so daß aus ihnen eben ein solcher und kein anderer Körper werden kann, keinesweges aber die allerkleinsten Theile, darein es schlechterdings möglich ist, daß derselbe Körper getheilet werde. Denn da die Materie ins unendliche theilbar ist: so haben die Bestandtheile eines fliessenden Körpers selbst wieder ihre Bestandtheilchen, woraus sie zusammengesetzet sind, und worein sie können zertheilet werden, und so unendlich fort. So müssen wir es uns

(*) Indem hier das, was der Verfasser parties integrantes nennet, durch das Wort Bestandtheile ausgedruckt wird: so ist nicht zu leugnen, daß man dieses Wort in einer andern Bedeutung brauchet, als es von vielen genommen wird, die darunter diejenigen einfachern Körper verstehen, aus derer innigsten Verbindung und Mischung ein andrer Körper entstanden ist. Man kann vielleicht diese Theile besser mit andern Grundtheile nennen, weil sie den Grund zu dem gemischten Körper geben. U.

uns wenigstens vorstellen, ob schon vielleicht, bey gewissen Substanzen, die wirklichen Kräfte der Natur, in dem Theile der Welt, den wir bewohnen, nicht zureichen, die Zertheilung weiter zu treiben.

Was ich Bestandtheile in den fliessenden Körpern nenne, das will ich in der subtilen Materie (*) **Stäubchen** nennen, mit diesem Unterschiede, daß ich unter den Bestandtheilen eines fliessenden Körpers nur solche Häufchen von Materie verstehe, welche aus andern Theilen zusammengesetzet sind, die man sich beysammen in Ruhe liegend gedenken muß, da ich hingegen die Stäubchen der subtilen Materie als Häufchen von Materie, die in einer heftigen Bewegung sind, ansehe, oder vielmehr als lauter kleine Ballone, oder kleine Wirbel einer noch subtileren flüßigen Materie, die um jener ihre Mittelpuncte oder ihre Axen mit einer unbeschreiblichen Geschwindigkeit sich herum dreht.

Die Kraft, welche diese Stäubchen aus dieser Bewegung haben, sich auszudehnen, und so sehr zurück zu stoßen, als sie selbst gestoßen werden, nenne ich ihre **ausdehnende Kraft**.

Denn eines theils ist aus tausend Erfahrungen gewiß, daß die subtile Materie oder der Aether eine ausdehnende Kraft hat, und anderntheils, wenn man aus klaren und deutlichen Begriffen urtheilen will, läßt sich nicht begreifen, daß Körper eine Kraft oder Wirkung haben können, die sie nicht durch ihre Bewegung erhalten hätten. Man muß also nothwendig für die subtile Materie eine Bewegung suchen, die ihr diejenige Kraft geben kann, welche man die ausdehnende Kraft nennet. Nun kann man aber beweisen, daß keine andre verständliche Bewegung fähig sey, ihr diese Eigenschaft zuwege zu bringen, als diejenige so ich nur erst beschrieben habe, nämlich die Bewegung der Umdrehung um eine Axe oder um einen Mittelpunct, davon man den Begriff

(*) Molécules.

Begriff einem der berühmtesten Weltweisen unsers Jahrhunderts (*) zu danken hat. Doch man stelle sich die Sache vor, wie man wolle, so ist mir genug, wenn man nur die ausdehnende Kraft der subtilen Materie zugiebt, als eine Sache, die uns durch tausend Erfahrungen gezeiget wird; und eben deswegen, damit es jedem frey stehe sich solche, wie er wolle, einzubilden, bediene ich mich des allgemeinern Wortes, der Stäubchen, lieber, als des Wortes der Kügelchen oder der kleinen Wirbel.

Ein andrer Grundsatz, der mir unverwerflich zu seyn scheint, und sich von eben demselben Weltweisen herschreibt, ist dieser, daß der Zusammenhang der Theile, die Festigkeit der Körper, oder der Widerstand, den ihre Theile äussern, wenn sie von einander getrennet werden sollen, eben auch allein von der subtilen Materie herkomme, welche sie umgiebt und zusammendrücket. Es ist wahr, daß die Luft durch ihre Schwere auch etwas weniges zur Festigkeit der Körper beyträgt, und niemanden ist der Versuch mit zwo polierten Platten, oder mit zween hohlen Marmorsteinen, die auf einander gelegt werden, unbekannt. Allein die Luft drücket nur die gröbsten äussersten Theile der Körper zusammen, da hingegen die subtile Materie oder der Aether, welcher leicht durch alle ihre Zwischenräumchen durchdringt, die kleinsten Häufchen Materie, aus denen sie zusammengesetzet sind, mit einander aufs stärkste verbindet. Das ist, wenn man will, die Anziehung, auf einen mechanischen Begriff gebracht.

Nach diesen Grundsätzen werden die Bestandtheile eines fließenden Körpers mehr oder weniger feste seyn, nachdem sie von der subtilen Materie mehr oder weniger zusammengedrücket werden, entweder wegen der Freyheit und Geschwindigkeit, womit sie sich zwischen ihnen beweget, oder wegen

(*) Der Pater Malebranche, 16 Eclairciſſement ſur la Recherche de la Verité nach der Ausgabe von 1712.

wegen der Menge und Beschaffenheit der Flächen, in welchen die Elemente oder die kleineren Theile, so die Bestandtheile ausmachen, einander berühren. Diese Bestandtheile sind von der subtilen Materie auf allen Seiten gleichsam umringet, sie schwimmen, sie fahren darinne, und folgen nach allen Gegenden den Bewegungen, die sie ihnen eindrücket, es mag nun der fliessende Körper in der Luft stehen, oder in der Glocke der Luftpumpe eingeschlossen seyn. Davon, daß von dieser Materie mehr oder weniger in einem fliessenden Körper ist, nachdem sie mehr oder weniger Bewegung und ausdehnende Kraft hat, kömmt es hauptsächlich, daß der Körper mehr oder weniger flüßig ist. Daß aber diese Materie mehr oder weniger Bewegung hat, und dem fliessenden Körper mittheilet, liegt theils an der Größe, Figur und Natur der platten, erhabenen oder hohlen, der glatten oder rauhen Flächen, theils an der Dichte, der Bestandtheile des Körpers. Wenn 10 Personen an einer Tafel auf 3628800 verschiedene Arten können gesetzet werden, oder die Ordnung im Sitzen 3628800 mal verändert werden kann: so kann man erachten, was für eine erstaunliche Menge unterschiedener fliessender Materien aus allen Verbindungen und Verwechselungen der Umstände, davon ich itzo geredet habe, entstehen kann.

## Viertes Hauptstück.

### Warum die fliessenden Körper nicht augenblicklich verfliegen, sondern ihre Theile der Trennung ein wenig widerstehen; und wie zwischen diesen Theilen, der subtilen Materie, die sie umgiebt und durchdringt, und der äusserlichen subtilen Materie das Gleichgewicht erhalten wird.

Aber lasset uns etwas tiefer in die Mechanik der fliessenden Körper gehen: ie mehr sie uns bekannt seyn wird, desto

desto eher können wir hoffen, die wahre Ursache der Veränderung zu entdecken, welche sie leiden, wenn sie gefrieren.

Wie ist es möglich, daß ihre Bestandtheile, da sie von der subtilen Materie so sehr beweget werden, nicht in einem Augenblicke verfliegen? Hier steht, zum Exempel, ein Glas halb mit Wasser gefüllet. Man sieht wohl, daß dieses Wasser zu den Seiten und unten von dem Glase gehalten wird: aber was hält es oben? Denn vermöge der Erklärung fliessender Körper, müssen sich allemal einige von ihren Bestandtheilen auch aufwärts bewegen; und dieses oder jenes Theilchen, das itzo nach der Seite oder nach dem Boden des Gefässes getrieben wird, geht in dem folgenden Augenblicke nach der Oeffnung. Ich gebe zu, daß die Schwere der Luft, oder die Luftsäule, welche auf der Oberfläche dieses Wassers liegt, es zum theile zurückhält: allein da eben der fliessende Körper, der in der Luft bleibt, nicht weniger auch in einem Raume bleibt, aus dem die Luft ist ausgepumpet worden; so muß man sich zu einer andern Ursache wenden.

Woher kömmt überdieses die Zähe, die man in allen fliessenden Materien, mehr oder weniger, wahrnimmt, dieses Vermögen der Tropfen, so man davon abgesondert hat, sich wieder mit einander zu vereinigen, und dieser schwache Widerstand, welchen sie äussern, wenn sie sollen von einander getrennet werden, und vermöge dessen es scheint, daß sie der Gewalt, die ihnen angethan wird, nicht anders als durch ihre Ausdehnung nachgeben?

Noch mehr, es ist nicht wahrscheinlich, daß weder die subtile Materie, die in den Zwischenräumchen eines fliessenden Körpers ist, noch auch seine Theilchen selbst, sich so geschwind bewegen, als die äussere subtile Materie: fast wie die Winde, die bis in die Mitte eines Waldes hindurchgedrungen, daselbst um ein ansehnliches schwächer sind, und die Blätter, und was ihnen sonst vorstößt, viel weniger bewegen, als im flachen Felde. Wie wird nun das Gleich-

gewicht erhalten, bey diesen verschiedenen Graden der Geschwindigkeit der Bestandtheile des fliessenden Körpers, der inneren subtilen Materie, und der äusseren?

Ich bekenne, daß mir diese Knoten sehr verwirrt vorgekommen sind: doch habe ich, wenn ich mich nicht betriege, ihre Entknüpfung gefunden, und diese ist gleichsam der Lehnsatz, den ich zum Grunde alles dessen legen werde, was das wichtigste in der Erkenntniß der Entstehung des Eisses ist.

Zum ersten sind die Theile eines fliessenden Körpers weder ohne Schwere noch ohne **widerstehende Kraft**; und sie haben, wie alle andere Körper, von beyden etwas nach Proportion ihrer Masse und ihrer eigenthümlichen Materie. Ich will sagen, jeder Körper, ohne Absehen auf seine Schwere, wenn man sich auch denselben auf einer vollkommen polierten und horizontalen platten Fläche liegend einbildet, erfodert desto mehr Kraft, mit einer gewissen Geschwindigkeit beweget zu werden, je größer seine Masse ist. Das ist, was man die **widerstehende Kraft** nennet, die Ursache davon sey welche es wolle; denn wir haben uns hier um dieselbe so wenig zu bekümmern, als um die Ursache der Schwere. Diese Trägheit oder diese widerstehende Kraft ist eine von denen Kräften, welche die fliessende Materie in dem Gefässe, darinne sie ist, zurück halten.

Zum andern darf man nicht meynen, daß die subtile Materie die Bestandtheile eines fliessenden Körpers dergestalt umringete, daß sie einander gar niemals berühreten, oder niemals über einander weg schlupfeten, nachdem sie mehr oder weniger glatte Flächen haben, und mit mehr oder weniger Geschwindigkeit beweget werden. Es ist hingegen sehr wahrscheinlich, daß die Bestandtheile der meisten fliessenden Körper, als des Wassers, des Oeles, des Weines u. a. m. auf keine andere Art sich bewegen. Nun stellen diese Theile der inneren subtilen Materie desto weniger Fläche entgegen, in je mehr Puncten sie einander berühren;

ren; und die äussersten Theile noch weniger, als die andern, weil sie eine Seite auswärts gekehret haben: sie bieten also der äussern subtilen Materie mehr von ihrer Fläche, und da diese Materie mehr Freyheit hat, und sich geschwinder beweget, als die innere, so ist es klar, daß sie mehr Kraft haben muß, die Theile des fliessenden Körpers gegen die ganze Masse zurück zustossen, als die immer subtile Materie hat, dieselben davon abzusondern. Folglich muß der fliessende Körper in dem Gefässe bleiben, darinne er ist, und noch überdieses einige Zähe haben, oder der Trennung einigen Widerstand thun.

Was die sehr geistigen fliessenden Materien anlanget, derer Bestandtheile vermuthlich fast gänzlich von der subtilen Materie umgeben sind, ohne einander, als nur selten, und in sehr kleinen Flächen, zu berühren, so machen dieselben zugleich eine Ausnahme und einen neuen Beweis von dem, was ich nur erst gesaget habe; weil sie in kurzen ausdünsten, und von sich selbst verfliegen, wenn man die Gefässe, darinne sie sind, nicht genau verstopfet.

Endlich um zu begreifen, wie die Theile eines fliessenden Körpers sich zugleich mit der subtilen Materie, die er in sich hat, bewegen, und wie unter ihnen und dieser Materie und der äussern subtilen Materie das Gleichgewicht erhalten werde, so muß man merken, daß obgleich jeder Bestandtheil gewisser fliessender Körper vielleicht tausend mal kleiner ist, als das kleinste, was man noch durch ein Vergrößerungsglas sehen kann, dennoch die größten Stäubchen der subtilen Materie, allem Ansehen nach, Millionen mal kleiner sind, als diese Theile. Die Einbildungskraft verliert sich in dieser äussersten Kleinigkeit: Allein es ist genug, daß der Verstand die Möglichkeit in dem Begriffe der Materie erkenne, und die Nothwendigkeit aus verschiedenen unstreitigen Erfahrungen schliesse. Stossen nun z. E. hundert solche Stäubchen zugleich, nach einer Richtung und mit einerley Geschwindigkeit auf den Bestandtheil einer

fliessenden Materie, der eine Million mal größer ist, als jedes von ihnen: so theilen sie ihm doch nur wenig von ihrer Geschwindigkeit mit; weil ihre hundert kleine Massen zehn tausend mal in seiner großen Masse enthalten sind, und sie folglich, wenn ihm z. E. nur ein Grad Geschwindigkeit beygebracht werden soll, so stark in dasselbe wirken müssen, als wenn sie hundert ihres gleichen zehn tausend Grade Geschwindigkeit mittheilen sollten. Denn eine Masse wie 100 mit 10000 Graden Geschwindigkeit multipliciret, und 1 Grad Geschwindigkeit mit einer Masse wie 1000000 multiplicirt, machen beyde eine Bewegung, oder, wie man redet, ein **Moment**, wie 1000000. Aber auf diese hundert Stäubchen der subtilen Materie folgen bald hundert andere, und ferner vielleicht hundert Millionen andere: und da die letztern, die auf einen Theil des fliessenden Körpers stossen, schon in ihm eine gewisse Bewegung finden, welche ihm von den erstern ist mitgetheilet worden, so vermehren sie solche immer zu; und endlich würden sie ihm so viel Geschwindigkeit geben, als sie selber haben, wenn die subtile Materie immer fort mit gleicher Freyheit und nach einerley Richtung auf diesen Theil zufliessen könnte. Allein, da die subtile Materie in dem fliessenden Körper sich nach verschiedenen Gegenden beweget, und die Geschwindigkeit, welche viele Millionen ihrer Stäubchen einem Bestandtheile des fliessenden Körpers durch immer fortgesetztes Anstossen von hunderten auf einmal nach einer gewissen Richtung mitgetheilet haben, bald vernichtet, oder doch geschwächet wird, indem viel Millionen andere Stäubchen eben diesen Theil nach andern oder entgegen gesetzten Richtungen anfallen: so ist es offenbar, daß diesem Bestandtheile des fliessenden Körpers niemals Zeit gelassen wird, zu dem Grade der Bewegung der Stäubchen zu gelangen, und daß also allemal ein Ueberschuß von Geschwindigkeit auf Seiten der subtilen Materie bleiben muß. Inzwischen ist es nicht möglich, daß nicht eben dadurch auch diese Geschwindigkeit selbst ver-

vermindert, und in kurzen kleiner als die Geschwindigkeit der äusseren subtilen Materie werden sollte, als welche bey ihren verschiedenen Bewegungen viel weniger Hindernisse findet. Und es sind diese Hindernisse desto beträchtlicher, je dichter der fliessende Körper ist, je größer seine Bestandtheile sind, je mehr Flächen sie haben, und je unebener diese Flächen sind. Was aber die subtile Materie in den Zwischenräumchen eines fliessenden Körpers an Geschwindigkeit verliert, das wird durch eine Verstärkung der ausdehnenden Kraft ihrer Stäubchen ersetzet, als welche immer stärker wird, je mehr sie gedrücket werden. Und hierdurch wird eben das Gleichgewicht unter den Bestandtheilen des fliessenden Körpers, der inneren, und der äusseren subtilen Materie erhalten. Eben vermöge des beständig wechselsweise fortgesetzten Wirkens und Gegenwirkens zwischen den Theilen des fliessenden Körpers und der in ihm befindlichen subtilen Materie, und zwischen diesem Ganzen und der äusseren subtilen Materie, geschieht es, daß die Geschwindigkeiten, die Zusammendrückungen, und die Massen auf beyden Seiten durch einander multiplicirt, immer ein gleiches Product von Kraft oder Bewegung geben müssen, und diese Bewegung nebst diesem Gleichgewichte so lange bestehen muß, als der fliessende Körper fliessend bleibt.

Man sieht also, daß in einem fliessenden Körper seine Bestandtheile mit der kleinsten Geschwindigkeit sich bewegen, daß hiernächst die subtile Materie, die zwischen ihnen fließt, in stärckerer Bewegung ist, und daß endlich die Bewegung der äusseren subtilen Materie die andern alle beyde übertrifft, von der Geschwindigkeit aber, die sie hat, kann man sich einen Begriff aus den Wirkungen machen, welche sie in dem Schießpulver, in dem Donner, und vermuthlich auch in der Electricität hervor bringt.

# Fünftes Hauptstück.

## Entstehung des Eisses.

Was wird nun noch erfodert zu begreifen, wie es mit dem Gefrieren zugeht; Wollet ihr Eiß machen, das ist, wollet ihr einen fliessenden Körper, zum Exempel, Wasser, in einen festen verwandeln? Treibet ein Theil der subtilen Materie aus, die in seinen Zwischenräumchen fließt, hemmet ihre Bewegung, oder schwächet ihre ausdehnende Kraft, dergestalt, daß sie nicht mehr den Widerstand der Bestandtheile des fliessenden Körpers überwinden kann: das ist alles was die Kälte thut, und ihr werdet Eiß bekommen. Wollet ihr hingegen einen sehr festen Körper, Glas oder Erz, in einen fliessenden verwandeln, ihn anfthauen? Bringet eine zureichende Menge subtiler Materie in seine Zwischenräumchen, oder verstärcket zur Genüge, die Bewegung oder die ausdehnende Kraft derjenigen, die sich schon darinne eingeschlossen befindt, damit sie die Theile, die sich in ihren Flächen mit einander vereiniget haben von einander bringen, oder diejenigen, die sich mit ihren Aesten zusammen geflochten haben, aus einander reissen kann: so werdet ihr eben das thun, was die Hitze thut, und einen fliessenden Körper bekommen. (*)

Endlich kömmt es nur darauf an, wenn man den ganzen Kunstgrif der Natur bey der Bildung des Eisses entdecken will, daß man das, was von den fliessenden Körpern ist gesaget worden, mit den Veränderungen vergleiche, welche die Kälte und die Wärme in der Ursache ihrer Flüßigkeit, ich meyne in der subtilen Materie, machen können.

Sechstes

(*) *Tum glacies æris flamma devicta liquescit.* Lucret. L. I.

# Sechstes Hauptstück.

## Allgemeiner Begriff von der Wärme und der Kälte, von dem Sommer und dem Winter, nebst dessen Anwendung auf die Entstehung des Eisses.

Die Wärme und die Kälte sind, wie die Farben, die Töne, der Geschmack und der Geruch, nichts anders als was man **sinnliche Beschaffenheiten** nennet, die man nur gar zu oft mit den Empfindungen vermenget, welche die mit solchen Beschaffenheiten begabten Körper in uns erwecken. Indessen darf man nur ein wenig auf sich selbst, und auf die Dinge, die um uns herum sind, acht gegeben haben, so wird man sich völlig haben überzeugen können, daß in den Körpern, in so ferne sie solche sind, nichts ist, das demjenigen im geringsten ähnlich wäre, was wir empfinden, wenn sie entweder unmittelbar, oder vermittelst einer flüßigen Materie, die zwischen uns und ihnen ist, unsre Sinne rühren. Gewisse Figuren der Theile, eine Bewegung oder Ruhe, eine Erzitterung, welche der umliegenden flüßigen Materie mitgetheilet wird, das ist alles, was wirklich denen Körpern zugehöret, die wir für kalt oder warm, für helle, für farbicht, oder für tönend ausgeben. Die **warmmachenden** und die **kaltmachenden** Theilchen sind lauter Erdichtungen, welche die Einbildungskraft sich gemachet hat, woferne man darunter etwas mehr versteht, als was wir nur erst angeführet haben. Die absolute Kälte ist nichts als eine Verneinung einer Wirklichkeit, eben wie die Ruhe, oder die Dunkelheit; und die Kälte überhaupt ist nur eine geringere Wärme, oder eine geringere Bewegung auf Seiten der subtilen Materie oder desjenigen Flüßigen, woraus das Feuer oder die Wärme besteht. Also kann man sagen, das das Italienische Eiß in Vergleichung mit dem Grönländischen warm sey, weil es nicht so kalt, und gewisser maaßen weniger Eiß ist.

Denn wie es erwiesen ist, daß es in der Natur keine absolute Ruhe giebt, so ist auch das erwiesen, daß keine absolute Kälte ist. Auf diesen einfältigen Begriff von der Wärme und Kälte lassen sich alle die Vorstellungen bringen, die man sich davon machen kann, wenn man diese Sache tiefer einsehen will; man hege übrigens von der natürlichen Ursache der Wärme, oder von der Materie des elementarischen Feuers, eine Meynung, welche man wolle, wenn sie nur nicht unverständlich ist.

In diesem Verstande kann die Sonne angesehen werden, als die reichste Quelle, als der große Brunnen der Wärme in den Planeten, welche um sie herum laufen, und sonderlich in dieser ihrer äussersten Fläche, welche den Sonnenstralen ausgesetzet ist: obgleich diese Planeten auch in sich selber ein centralisch Feuer, oder sonst in ihrem innersten einen Schatz von Wärme haben mögen, welche von dem Wechsel der Jahrszeiten nicht abhängt, und welche so gar die von der Sonne wirklich mitgetheilete Wärme weit übertrift; wie es uns viele Erfahrungen zeigen, und wir im Folgenden erklären werden. Doch überhaupt sind es die Stralen der Sonne, welche diesen Wechsel der Wärme und der Kälte machen, den wir nach verschiedenen Umständen, und sonderlich bey Gelegenheit der verschiedenen Jahrszeiten empfinden.

Nun kann aber die äussere Wärme, die wir von der Sonne bekommen, auf dreyerley Art geschwächet werden; entweder durch die Entfernung ihrer Quelle, oder durch eine schiefe und nicht vortheilhafte Lage der Flächen, darauf die Sonnenstralen fallen, oder endlich durch die Zwischenkunft der Dünste und eines dichten tiefen Luftkreises, der uns diese Stralen zum Theile wegnimmt.

Nach der ersten Art ist es vermuthlich auf dem Saturn nicht so warm, als auf unserer Erdkugel. Denn dieser Planet ist ungefähr zehnmal weiter von der Sonne, als wir; weswegen er bey sonst gleichen Umständen hundertmal weniger Wärme bekommen muß, als die Erde, nämlich nach

Pro=

Proportion des Quadratens seiner Entfernung von der Sonne. Ich sage vermuthlich, und bey sonst gleichen Umständen: denn, wenn ein centralisch oder sonst ein inneres Feuer in dem Saturn statt findet, wie wir solches von der Erde beweisen werden, und solches der Masse oder der Größe des Planeten proportioniret ist, oder in dergleichen anderer Verhältniß steht; so ist es wohl möglich, daß es auf der Fläche des Saturns eben so warm, oder noch wärmer sey, als auf dem Erdboden. Daher darf man auch nicht ohne Einschränkung annehmen, was **Newton** gesagt hat,(*) **wenn unsre Erdkugel in die Stelle des Saturns gebracht würde, so würden unsre Wasser gefrieren, und in der Stelle des Mercurs würden sie in Dünsten verfliegen.**

Aber auf die zweyte und dritte Art geschieht es, daß es überhaupt in unsern Climaen des Winters weniger warm oder kälter ist, als des Sommers, und daß es in den kalten Theilen der Erdkugel kälter ist, als in dem heißen, und in den gemäßigten Strichen: weil die Stralen der Sonne auf die Erde viel schiefer im Winter, als im Sommer, und in den kalten und gemäßigten Erdstrichen, als in dem heißen, fallen. Eben deswegen fallen auch weniger auf ein gleich großes Stück Landes, nach Proportion des Sines ihrer Schiefe, und die, so darauf fallen, machen einen in eben der Proportion schwächern Eindruck; woraus eine Verhältniß erwächst, die der doppelten Verhältniß dieser Sine gleich ist. Es ist folglich die Wirkung der Sonnenstralen in eine platte horizontale Fläche, oder in ein plattes Stück Landes, in einem gewissen Augenblicke, zum Exempel zu Mittage, dem Quadrate des Cosines der Breite dieses Landes proportionirt. (**)

Diese

(*) Newtoni Princip. L. 3. pr. 8. coroll. 4.

(**) Ohne Zweifel will der Verfasser dieses nur von denen beyden Tagen im Jahre verstanden wissen, da die Sonne den Gleichzirkel am Himmel beschreibt. Denn an den übrigen Tagen des Jahres muß die Wirkung der Sonne zu Mittage in eine horizontale Platte dem Quadrate des Cosines vor der Summe, oder Differenz, der Breite des Ortes und der Declination der Sonne proportionirt seyn. U.

Diese Schiefe ist noch überdieß Schuld, daß die Sonnenstralen zum Theile von einer größern Menge Luft aufgefangen werden. Denn gleichwie eine Nadel, mit der ein Apfel schief durchstochen würde, mehr von der Schale zu durchdringen haben würde, als wenn sie dem Mittelpuncte gegen über, nach rechten Winkeln darein wäre gestecket worden: so müssen auch die Stralen der Sonne, weil sie die kalten Erdstriche und die Länder, wo Winter ist, schiefer ansieht, als den heißen Erdstrich, und die Oerter, die Sommer haben, dort durch viel mehr Luft in der Atmosphäre hindurch, als hier, und werden also aus dieser und der vorhergehenden Ursache mehr geschwächet, als aus der ersten Ursache, nämlich wegen der größern Nähe, gestärket; obgleich dieser Unterschied der Nähe ungefähr den dreyßigsten Theil von der größten Entfernung, das ist, fast sechshundert tausend Meilen, beträgt, welches eine Weite ist, die fast tausendmal größer ist, als die Weite des heißen Erdstriches von einem der kalten.

Mit diesen Begriffen von der Wärme und der Kälte wollen wir uns wiederum einen fliessenden Körper vorstellen, wie ich solchen oben beschrieben habe. Wir wollen anfangs setzen, er sey in einem warmen Orte, wo er seine Flüßigkeit behalten könne, oder seine Bestandtheile in ihrer Bewegung verbleiben können; und wir wollen an das Gleichgewicht gedenken, welches die subtile Materie, die in den Räumchen zwischen ihnen ist, mit ihnen und mit der äussern subtilen Materie hält. Hernach wollen wir uns einbilden, der Ort, wo der fliessende Körper steht, fange an nach und nach kälter zu werden, bis zu dem Grade, der zum Gefrieren erfodert wird. Die Bewegung der äusseren subtilen Materie wird also nach und nach abnehmen, und folglich wird sie nicht mehr mit derjenigen die in dem fliessenden Körper ist, und mit ihr durch unendlich viele Löcher und Ausgänge zusammenstößt, das Gleichgewicht halten können, woferne nicht auch diese an ihrer Geschwindigkeit und ausdehnenden Kraft einen proportionirten Abgang leidet. Denn so bald

die

die innere subtile Materie von der äusseren weniger gedrückt wird, so wird sie, als die stärkere, nach der Gegend entwischen, wo sie den wenigsten Widerstand findet, das ist, sie wird aus dem fliessenden Körper herausfahren.

Es geschieht etwas ganz ähnliches, wenn man gemeines Wasser unter die Glocke der Luftpumpe setzet, und die Luft auspumpet. Denn auf jeden Zug wird die Luft, welche auf die Oberfläche des Wassers drückete, dünner und schwächer, indem ihre Menge vermindert wird, und daher drücket sie das Wasser und die in seinen Zwischenräumchen eingeschlossene Luft immer weniger zusammen: deswegen machet sich diese Luft vermöge ihrer ausdehnenden Kraft los, und fährt aus dem Wasser heraus in die Glocke, wo sie mehr im Freyen ist; und ihr Ausgang ist sichtbar vermittelst des Aufsiedens, welches sie in der Oberfläche des Wassers verursachet.

Eben so, wenn die äussere subtile Materie von ihrer Geschwindigkeit und ausdehnenden Kraft etwas verliert, so muß ein Theil der inneren aus dem fliessenden Körper herausfahren; und diese Ergiessung muß so lange währen, bis die Anzahl, die Spannung und die Geschwindigkeit der Stäubchen, die noch darinne bleiben, so klein geworden, als es nöthig ist, daß ihnen die äussere subtile Materie das Gleichgewicht halten kann. Da nun die Bestandtheile des fliessenden Körpers ihre Bewegung nur von der subtilen Materie haben, womit sie umgeben sind: so ist klar, daß ihre Bewegung zugleich mit der Bewegung dieser Materie abnehmen muß. Hieraus erfolget ein größeres Reiben ihrer Flächen an einander; weil diese Theile desto näher zusammen gehen, oder desto dichter werden, je weniger Geschwindigkeit und ausdehnende Kraft den Stäubchen übrig bleibt, von welchen die Theile des fliessenden Körpers getrennt erhalten, oder über einander weg geschoben werden müssen. Also wird sich der fliessende Körper in einen etwas kleinern Raum setzen, und anfangen zähe und weniger

ger fließend zu werden. Wenn aber die Kälte immer zunimmt: so wird das Reiben und die Dichte mit ihr zugleich zunehmen, weil die Bewegung und die ausdehnende Kraft der inneren subtilen Materie, die sie überwinden sollte, abnehmen; und es werden sich gar bald verschiedene Bestandtheile des fliessenden Körpers zusammen begeben; sie werden sich so an einander häkeln, oder in einander flechten, wenn sie hakig oder ästig sind, daß sie durch den Stoß oder durch die ausdehnende Kraft der geschwächten Stäubchen, die noch auf sie stoßen, nicht mehr aus einander gebracht werden können. Der Anfang der Verbindungen dieser Theile wird am Rande und auf der Oberfläche des fliessenden Körpers seyn: denn daselbst fängt sich die Ergiessung der inneren subtilen Materie, und die Schwächung ihrer ausdehnenden Kraft an. Wenn aber die Kälte immer fort wächst, oder wenigstens in einem gewissen Grade fortdauret: so werden sich mit diesen an einander hängenden Theilen gar bald andere verbinden, nämlich die, so ihnen am nächsten sind, und mit diesen noch andere, und endlich wird die ganze Masse des fliessenden Körpers still und ohne Bewegung stehen, sie wird fest werden, sie wird weniger Raum einnehmen, mit einem Worte sie wird gefroren seyn.

Es ist hier der Ort nicht, von den Ausnahmen zu reden, die in diesen Umständen bey gewissen fliessenden Materien statt haben können, zum Exempel von der Vermehrung des Raumes bey dem Gefrieren des Wassers. Diese Ausnahmen rühren, wie ich in dem zweyten Theile zeigen werde, von gewissen besonderen Ursachen her; und hier handele ich nur von dem, was die meisten fliessenden Körper angeht. Ich betrachte gegenwärtig die Entstehung des Eisses auf eine so allgemeine Art, als es möglich ist, und diese Betrachtung halte ich für die wichtigste und lehrreichste.

Sieben=

# Siebentes Hauptstück.

## Durch welche Grade man sich vorstellen könne, daß die Wirksamkeit der subtilen Materie in einem fliessenden Körper abnehme, wenn er gefriert.

Zu besserem Verstande der Art und Weise, wie das Eiß entsteht, wollen wir bemerken, daß die Bewegung und ausdehnende Kraft der subtilen Materie, die in einem fliessenden Körper enthalten ist, und von der wir oben gesaget haben, daß sie viel weniger Bewegung haben müsse als die äussere, keinesweges immer in der Proportion abnehmen darf, in welcher die Bewegung der äusseren subtilen Materie abnimmt. Denn wenn man es genau überlegen will, so wird man sehen, daß die Verminderung der Geschwindigkeit der inneren subtilen Materie zugleich proportioniert seyn müsse, 1) der Verminderung der Geschwindigkeit der äusseren subtilen Materie, 2) der Vermehrung der Flächen der Bestandtheile des fliessenden Körpers, das ist der grösseren Anzahl von Flächen, die, nachdem die Bewegung abnimmt, mit einander in Berührung kommen, und unmittelbar über einander weg gleiten, 3) der Vermehrung der Dichte oder des Druckes, welche, indem die Geschwindigkeit und die ausdehnende Kraft der Stäubchen der inneren subtilen Materie geschwächet werden, immer grösser wird, je näher die Bestandtheile des fliessenden Körpers einander kommen, und je mehr Puncten einander berühren.

Ich meyne, wenn die äussere subtile Materie, zum Exempel, 4 Grade Geschwindigkeit verliert, so wird die innere viel mehr als 4 Grade verlieren. Die Ausführung eines besonderen Falles wird den allgemeinen Satz klar machen.

Wir wollen setzen, die Kälte wüchse alle Minuten um einen Grad, das ist, die Bewegung der subtilen Materie des Ortes, wo der fliessende Körper steht, nähme alle Minuten um einen Grad ab. An dieser Verminderung muß auch die subtile Materie, welche in den Zwischenräumchen des fliessenden Körpers fließt, gar bald Theil nehmen, aus den Ursachen, die wir vorhin gesehen haben. Aber weil die Geschwindigkeit dieser Materie nicht vermindert werden kann, ohne daß die Bestandtheile des fliessenden Körpers einander etwas näher kommen, und einander in mehr Flächen berühren, als zuvor, mit einem Worte, ohne daß sie mit mehr Schwierigkeit, als vorhin, über einander wegschlupfen: so wird durch eben diese Schwierigkeit, durch diese neuen Hindernisse, durch dieses neue Reiben, eine neue Verminderung in der Geschwindigkeit der inneren *subtilen* Materie veranlasset. Denn es ist eben so viel, als ob sie nun größere Massen zu überwinden, oder in Bewegung zu bringen hätte. Aber vermöge des Gesetzes, daß ein Körper so viel von seiner Geschwindigkeit verliert, als er davon mittheilet, würde die Vergrößerung der Masse, unter welche die innere subtile Materie eine gewisse Geschwindigkeit zu vertheilen hätte, nothwendig eine neue Verminderung ihrer eigenen Geschwindigkeit verursachen. Folglich wenn das Reiben durch Vermehrung der Flächen dergestalt vergrößert worden ist, daß es zum Exempel so viel ist, als ob die Masse wäre verdoppelt worden: so wird man die vorhergehende Verminderung der Geschwindigkeit um einen Grad mit 2 multiplicieren müssen; dieses machet 2, und so ist nun die Geschwindigkeit der inneren subtilen Materie schon um 2 Grad kleiner geworden, da indessen die Geschwindigkeit der äusseren nur 1 Grad verloren hat. Da aber die Schwierigkeit der Bewegungen des fliessenden Körpers zunimmt, nicht allein in so ferne seine Theile einander in mehr Flächen berühren, sondern auch in so ferne ihre Flächen stärker an einander gedrückt werden, das ist in

so

so ferne der fliessende Körper dichter wird: so wird, wenn wir diese aus der vermehrten Dichte entstandene Schwierigkeit gleich 3 setzen, die vorhergehende Verminderung, welche 2 machete, mit 3 zu multipliciren seyn, woraus denn 6 werden. Solchergestalt wird die Geschwindigkeit oder Bewegung der Stäubchen der inneren subtilen Materie in dem fliessenden Körper um 6 Grade abgenommen haben, da indessen die Bewegung der äusseren nur um 1 Grad schwächer geworden ist.

Um eben dergleichen Rechnung bey der andern Minute anzubringen, muß man wohl darauf Acht geben, daß die Vermehrungen der Flächen und der Dichte nach Proportion der vorhergehenden Verminderungen der Geschwindigkeit immer stärker werden. Also da wir 2 für die Vermehrung der Flächen und 3 für die Vermehrung der Dichte in der *ersten* Minute gesetzet haben: so werden wir in der andern Minute vielleicht 3 für die Flächen, und 4 für die Dichte zählen müssen; welches 12 Grad Verminderung der Geschwindigkeit für die andere Minute gäbe. Daher kann man sich, als ein Exempel, vorstellen, daß die Verminderungen in den auf einander folgenden Minuten in einer solchen Reihe fortgehen, als diese ist, 6, 12, 24, 48, u. s. f. und daß nach Verfliessung 4 Minuten, in welcher Zeit die Bewegung der äusseren subtilen Materie nur um 4 Grad abgenommen hat, die Bewegung der inneren um 6, und um 12, und um 24, und um 48, das ist, um 90 Grad kleiner geworden sey.

Man sieht hieraus, was für einen schnellen Zuwachs an Kräften die äussere subtile Materie, bey dieser beständigen allmälichen Störung des Gleichgewichtes mit der inneren, erlangen müsse, um die Bestandtheile des fliessenden Körpers zusammen zu drucken, dessen ganze Masse sie immer mehr und mehr in die Enge treibt, ie mehr die Bestandtheile einander innerlich berühren. Hieraus werden wir auch an seinem Orte erklären, warum die meisten fliessenden

senden Körper so bald gefrieren, und hingegen so langsam aufthauen. Die Verminderung der Wirksamkeit und der ausdehnenden Kraft der subtilen Materie in einem fliessenden Körper hat noch andere Folgen, z. E. die Veränderung der Ordnung unter den Theilen, und ihrer verschiedenen Richtungen ꝛc. davon wir aber in Folgenden reden werden, nachdem wir die Erfahrungen und Gründe, daraus man sie herleiten kann, werden fest gesetzet haben.

## Achtes Hauptstück.

### Von den zufälligen und an die Beschaffenheit des Ortes gebundenen Ursachen des Gefrierens; und erstlich von dem Salpeter und andern Salzen, die in der Erden enthalten, und in der Luft zerstreuet sind.

Ich sehe sonst keine wahre, keine unmittelbare Ursache des Gefrierens fliessender Körper, wenn es nicht diejenige ist, die wir in den vorhergehenden Hauptstücken angezeiget haben, die Verminderung der Bewegung, der Menge, oder der ausdehnenden Kraft der in diesen Körpern befindlichen subtilen Materie. Alle andere Ursachen tragen nur in so weit etwas dazu bey, als sie Gelegenheit zu dieser Ursache geben, und sie sind, eigentlich zu reden, nur mittelbare und zufällige. Es sind also dieser letzteren Ursachen so viel, so viel es unterschiedene Arten giebt, die Wirksamkeit der subtilen Materie zu schwächen. Ich werde nur die allgemeinsten berühren.

Wir haben schon oben drey dergleichen Ursachen gesehen, nämlich die Entfernung der Sonne, die Schiefe ihrer Stralen, die Menge Luft oder Dünste, durch welche sie hindurch müssen. Aber es giebt noch einige andere, die nach der Verschiedenheit der Climae, nach Beschaffenheit des Erdbodens

bodens und anderer Umstände, gemeiner oder seltener sind, sich weiter oder nicht so weit erstrecken.

In diese Anzahl setze ich den subtilen Salpeter, der sich zuweilen in der Luft zerstreuet befindet, und sie, auch mitten im Sommer, so kalt machet, daß die Flüsse und Seen gefrieren. Denn nichts ist so gemein, als diese plötzlichen Fröste, in den Ländern, wo der Erdboden viel Salpeter in sich hat, als zum Exempel in Sina, und in der Sinesischen Tartarey. Es giebt in dem Königreiche Sina Provinzen, die so nahe bey der Linie liegen als Portugal und Sicilien, und wo man doch nur drey oder vier Fuß tief in die Erde graben darf, wenn man im Heumonate und August, ganz gefrorene Klumpen Erde und Stücke Eiß haben will. (*)

Die meisten gegrabenen Salze, und sonderlich das Salmiak, wo es in der Erde vorhanden ist, bringen ähnliche Wirkungen hervor. **Tournefort** erzählet, daß er in der Gegend von Erzerum, der Hauptstadt in Armenien, oftmals zu Anfange des Sommers Eiß gefunden, und eine strenge Kälte ausgestanden habe. (†) **Das Wasser**, schreibt er, **darein wir unsre Pflanzen gesetzet hatten, um sie zu erhalten, daß wir sie den folgenden Tag** (den 20 des Heumonats) **beschreiben könnten, gefror in der Nacht zwo Linien dick, ob es gleich bedeckt in einem hölzernen Becken stund. Ich glaube**, fährt er fort, **daß, ohne des Steinsalzes zu gedenken, welches in diesen Gegenden nicht selten ist, die Erde voll Salmiak sey, welches den Schnee ganzer zehn Monate im Jahre auf Hügeln erhält, die ungefähr**

 so

(*) In der Provinz Leaotum, zwischen dem 38. und 42. Grade der Breite. *Voyage de l' Empereur de la Chine dans la Tartarie occidentale en* 1683. Recueil des Voyages au Nord, T. III, p. 329. Man sehe von der Sinesischen Tartarey den Atlas Sinensis des P. Martini.

(†) Voyage du Levant. Lett. XVIII à M. de Pontchartrain.

so sind, wie **Mont-Valerien.** Wobey zu merken ist, daß Erzerum höchstens im 40 Grade der Breite liegt.

Was in diesen Provinzen von Sina und Armenien im großen geschieht, das kann man im kleinen an den Oertern wahrnehmen, wo Kupfererz geröstet wird. Die erstaunliche Menge salziger vitriolischer Körperchen, welche davon im Rauche mit aufsteigt, und sich auf ein oder zwo Meilen in der Luft umher zerstreuet, machet daselbst eine strenge Kälte, welche die Bergleute und Einwohner des Landes keiner andern, als dieser Ursache, zuschreiben. Dieses ist mir besonders von den Schwedischen Bergwerken bey Fahlun, oder dem Kupferberge, in Dalecarlien, versichert worden,(*) welches Land zwar an sich selbst sehr kalt ist, aber wo doch durch diesen Umstand die von dem Clima herrührende Strenge der Kälte merklich vermehret wird.

Die berüchtigte Höhle in der Grafschaft Burgund, fünf Meilen von Besanson, die gemeiniglich die **Eißgrube** genennet wird, giebt uns ein anderes Beyspiel von diesen besonderen Fällen. Im Sommer ist es darinne unerträglich kalt. Der Grund ist 3, 4, bis 5 Fuß hoch mit Eisse bedecket, nachdem mehr oder weniger Wasser von oben herab gefallen ist, und es thauet darinne nicht eher auf, als um die Mitte des Septembers. Herr **Billerez**, Professor der Anatomie und Botanik in Besanson, welcher der Akademie der Wissenschaften eine Nachricht von dieser Höhle überschicket, und das inwendige so wohl als die umliegende Gegend untersuchet hat, giebt zum Grunde davon an, **daß die Erde in der Nachbarschaft, und sonderlich die über dem Gewölbe der Höhle liegt, voll nitrösen Salzes, oder natürlichen Salmiaks ist.** Diese Salze, sagt er, **wenn sie von der Hitze des Sommers in Bewegung gesetzt worden, vermischen sich leicht** mit den **Wassern,** die

(*) Vom Hrn. **Camus**, der es von den dasigen Bergbeamten auf seiner Reise nach Tornö wegen der Ausmessung der Erde gehöret hat.

die durch die Erde und die Spalten des Felsen laufen, und dringen bis zur Höhle. Von dieser Vermischung gefrieret das Wasser in der Höhle auf eben dieselbe Art, wie das künstliche Eiß gemachet wird, und was in diesem Verfahren ein kleines Gefäß ist, das ist die Höhle im Großen. (*) Die Akademie hat nach der Zeit eine weit genauere, ausführlichere, und mit artigen Anmerkungen begleitete Beschreibung dieser Höhle von dem Herren **Coßigny**, obersten Ingenieur zu Besanson und Correspondenten der Akademie, erhalten. Es geht freylich viel an dem Wunderbaren ab, das man von dieser Höhle erzählet: aber des Herrn **Billerez** Wahrnehmung und Muthmassung besteht in ihrem Grunde, und bleibt noch zu dem Gebrauche geschickt, dazu wir sie jetzo angewendet haben.

Seine Vergleichung mit dem künstlichen Eisse, welches man vermittelst der Salze machet, ist sehr richtig, und indem ich sie annehme, muß ich im Voraus etwas von demjenigen, was ich unten von diesen Arten Eiß werde zu sagen haben, beybringen. Man wird sagen, daß das Salmiak, das Kochsalz, und der Salpeter, nicht nur das Eiß, dessen Aufthauen sie veranlassen, sondern auch das lautere Wasser, worinne sie zergangen und aufgelöst sind, kälter machen, und zwar in gewissen Fällen weit über den Grad des Gefrierens, ob sie gleich verhindern, daß es nicht gefrieret. Nun muß man sich vorstellen, daß wenn verschiedene Klümpchen nasser Erde, verschiedene Häufchen oder Adern Wasser, die viel von diesen Salzen in sich haben, in der Erde sich befinden, und von diesen Salzen, wie das zum künstlichen Eisse gebrauchte Gemenge von Salze und Eisse, sehr kalt gemachet worden sind, sie fast eben so alle die Theile des lautern Wassers, welche sie umgeben, dergestalt erklären, daß sie gefrieren. Und das ist, nach aller Wahrscheinlichkeit, die Art und Weise, wie in den gemäßigten Erdstrichen zu einer Zeit, da sich die Hitze an allen



(*) Hist. de l'Acad. des Sc. 1712. p. 23.

len Orten umher empfinden läßt, ganz nahe bey der Oberfläche des Erdbodens die ganz **gefrornen Klumpen Erde und die Stücke Eiß** entstehen, die man aus der Erde in solchen Ländern gräbt, wo sie viel von diesen Salzen in sich hat.

Was die Körperchen vom Kochsalze, Salpeter und Salmiake betrift, die in der Luft zerstreuet sind, und entweder aus dem Boden eines Landes selbst aufgestiegen, oder aus den benachbarten Ländern, durch die Winde dahin gebracht worden sind, so müssen sie ebenfalls die Luft kalt machen; nicht nur weil ihr ein Theil von der Kälte des Erdbodens mitgetheilet wird, und weil die untere Gegend des Luftkreises fast allezeit mehr oder weniger Wasser oder Feuchtigkeit in sich hat, die Salze aber, wie wir nur erst gesaget, diese Eigenschaft haben, daß sie das Wasser, womit sie vermischet werden, erkälten, sondern auch aus folgender Ursache.

Die Luft ist, allem Ansehen nach, ein ästiger Körper und der Luftkreis (*) **aus kleinen Federn zusammengesetzet, die entweder die Figur von Spirallinien, oder sonst eine andere Figur haben, welche geschickt ist, ihnen eine ausdehnende Kraft zu geben**; Denn eben aus ihrer ausdehnenden Kraft kann man muthmassen, wie sie mögen gestaltet seyn.

Man bilde sich hingegen die Bestandtheile der meisten Salze, als kleine gerade, spitzige und unbiegsame Pyramiden, als eckichte Nadeln, oder als scharfschneidige Lanzetten ein. Die Gründe, die man hat, sich dieselben also vorzustellen, sind die Stiche, die sie den Fasern des Gaumes und den Nervenwärzchen der Zunge geben, die Geister, welche man aus ihnen treiben kann, und welche die stärksten und schleunigsten Etzwasser abgeben, die Figuren, die sie bey ihrem Anschiessen beständig annehmen, ja, wenn man einigen Naturforschern glauben will, die Figur selbst, die man an ihnen durch Hülfe der Vergrößerungsgläser gesehen hat.

Dieses

(*) Hist. de l Ac. des Sc. 1702. p. 2. &c.

Dieses vorausgesetzet, wollen wir uns gedenken, daß eine große Menge solcher Salzkörperchen in die Höhe steigen und sich in der Luft zerstreuen, es geschehe nun durch die Hitze der Sonne, oder durch sonst eine Ursache, welche man wolle. Das werden lauter Nägel oder kleine Spieße seyn, die zwischen die Aeste oder Spiralfedern der Luft gestoßen, und da in einander geschoben werden, und wenn nun diese Aeste und diese Federn von ihnen umgeben und beklemmet sind, so werden sich ihrer verschiedene an einander henken, hieraus werden Klümpchen entstehen, die dicker und mehr zusammengepreßt seyn werden, als die vorigen; und diese Luft und diese nitrösen Körperchen werden zusammen ein Ganzes ausmachen, das weniger flüßig und viel dichter seyn wird. Auf solche Weise geschieht es, daß das Baumöl vom Salpetergeiste, oder auch von dem blossen Rauche, den er bey gewissen Auflösungen giebt, gesteht, und zur Dicke eines Talkes oder Unschlitts gebracht wird; weil es wahrscheinlich ist, daß die Theilchen des Oeles ästig sind, wie die Theilchen der Luft. Nun ist es aber in der Wirkung einerley, ob die Wirksamkeit der subtilen Materie, die ihr von der Sonne ist mitgetheilet worden, durch die größere Dicke des Luftkreises, durch den sie hindurch muß, geschwächet wird, oder aber durch eine Verbindung der Luft und andern Körpern, die zusammen ein Ganzes machen, das viel dichter, schwerer zu trennen, und weit vermögender ist, die Bewegung eines Flüßigen, das sich in seinen Zwischenräumchen beweget, und solches durchdringt, zu vernichten. Aus der Schwächung der subtilen Materie wird das Gefrieren der Flüsse, der Seen, der Wasseradern, die nahe bey der Oberfläche der Erde fliessen, oder eines jeden Wassers, das sich dahinein gezogen hat, erfolgen.

Es ist wahr, was diese Stücke Eiß betrift, die man in einigen Provinzen von Sina, und in andern noch südlichern Ländern, im Sommer unter der Erde findet, so scheinet es, daß sie noch lange bleiben, wenn schon das an der freyen Luft liegende Eiß geschmolzen ist. Denn diese Luft kann nicht so

leicht zu ihnen hindurch dringen, und wenn sie hindurch dringt, so hat sie unterweges eine große Menge salpeterischer oder andrer salziger Körperchen zu sich genommen, an denen der Erdboden, durch welchen sie gedrungen ist, einen Ueberfluß hat. Eben das ist auch von den Dämpfen oder Ausdünstungen zu verstehen, welche diese Stücke Eiß sonst schmelzen könnten. Sie werden daran nicht weniger vom Salpeter gehindert, welcher, indem er sich in sie zieht, die um sie herum befindliche subtile Materie entkräftet. Ja es muß sich an solchen Orten oft zutragen, daß das Eiß im Winter eher, als im Sommer zergeht. Denn im Sommer machet die Sonnenhitze den Salpeter flüchtig, und setzet ihn in Stand, sich der Luft und den Ausdünstungen der Erde einzuverleiben und einzupfropfen; dahingegen im Winter seine Spitzen leichter zusammen fallen, und sich auf einander legen, und also den Grad der Wirksamkeit verlieren, der zur Durchdringung der Luft und der Ausdünstungen erfodert wird. Also muß eine mäßige Kälte geschickter seyn, als eine starke Hitze, das unterirdische Eiß in denen Ländern zu schmelzen, die am Salpeter oder Salmiake Ueberfluß haben.

## Neuntes Hauptstück.

### Zweyte zufällige Ursache des Gefrierens, der Wind.

Bey kalten und zum Froste sich anlassenden Wetter trägt auch ein trockener Wind nicht wenig zum Gefrieren bey. Denn wenn die Luft auf der Fläche eines fliessenden Körpers ruhig liegt, so nimmt sie fast eben den Grad der Kälte an, den er hat. Ehe er nun noch gefriert, hat er nicht den Grad der Kälte, den die Luft haben muß, wenn er gefrieren soll. Also ist die Luft, die seine Fläche berühret, und deren Wärme oder Kälte sich nothwendig nach der seinigen richten muß, noch nicht auf den Grad des Frostes erkältet,

kältet, und folglich läßt sie annoch der subtilen Materie in den fliessenden Körper mehr Freyheit in ihren Bewegungen, als ihr verbleiben würde, wenn durch Mittheilung einer kälteren Luft er selbst kälter oder dichter würde. Es ist also die subtile Materie, die in seinen Zwischenräumchen fließt, und deren Bewegung allemal der Bewegung der subtilen Materie, die ihn von aussen unmittelbar umgiebt, proportioniret ist, noch nicht so sehr entkräftet, daß sie das Gefrieren zuließe. Wenn man aber die Fläche des fliessenden Körpers schleunig immer mehr Kälte beybringt, indem man die Luft, die sie berühret, mit Gewalt wegtreibt, und an ihre Stelle eine kältere und dichtere Luft bringt, die das Gefrieren zu verursachen geschickt ist, so schwächet man die äussere subtile Materie, die den fliessenden Körper berühret, und damit auch zu gleicher Zeit die innere, welche immer etwas von ihrer Bewegung verlieren wird, bis sie so schwach wird, daß ihr die äussere das Gleichgewicht halten kann. Indessen würde sich diese Entkräftung doch nicht bis auf den Grad des Frostes erstrecken, wenn die neue Luft in diesem Zustande ruhig gelassen würde. Denn sie würde ein wenig von der Wärme, die zuvor in dem fliessenden Körper war, annehmen, und eine Zeitlang behalten, und alles zusammen, nämlich die neue Luft, die darinne befindliche subtile Materie, und die in dem fliessenden Körper enthaltene subtile Materie, würde einen mittleren Grad von Kälte annehmen, zwischen der vorigen Kälte des fliessenden Körpers, und der Kälte der äussern umliegenden Luft. Allein wenn man fortfähret, alle Augenblicke die Luft über der Fläche des fliessenden Körpers weg zu jagen, und dafür immer wieder neue hinbringt, welche so kalt ist, als zum Gefrieren erfodert wird: so ist es offenbar, daß sie endlich dem fliessenden Körper ihren Grad von Kälte ganz mittheilen, oder seine Bewegung bis zum Gefrieren hemmen wird.

Und das ist es eben, was der Wind thut. Er treibt immerzu die warme oder weniger kalte Luft von der Fläche

des fliessenden Körpers weg, um sich an ihre Stelle zu setzen; und auf solche Weise beschleuniget er das Gefrieren. Nicht anders erwecket in uns ein Fächer die Empfindung einer Abkühlung, als indem er eine kleine Atmosphäre von Luft, die durch die Wärme des Blutes und durch unsre Ausdünstung erwärmet ist, über unsrer Haut auf gleiche Art wegtreibt.

Viele bilden sich im Gegentheile ein, der Wind hindere die Entstehung des Eisses; und es ist wahr, wenn der Wind einer sehr großen Fläche Wassers, als auf den Flüssen, auf den Seen, und auf dem Meere, recht beykommen kann, so verhindert er manchmal, daß sie gefrieren, indem er sie in Bewegung setzet, indem er den verschiedenen Bestandtheilen des fliessenden Körpers nicht die Zeit läßt, sich mit einander zu vereinigen, und indem er durch immer fortgesetzte Stöße diejenigen wieder trennet, die sich schon mit einander vereiniget hatten, und die eben im Begriffe waren, eine merkliche Rinde von Eisse mit einander zu machen. Aber überhaupt von der Sache zu reden, ist es allemal gewiß, daß der Wind aus erst angeführter Ursache den Frost beschleunigen muß.

Will man sich davon überzeugen, so darf man nur den Versuch zu einer Zeit an zween verschiedenen Orten anstellen: und man wird sehen, wie das Wasser, das einem trockenen Winde in einem mittelmäßig weiten Gefässe ausgesetzet worden ist, viel eher wird gefroren seyn, als das Wasser, welches der Wind nicht hat treffen können, ob es gleich eben so viel Kälte hat, wenn man nämlich nur auf die wirkliche allgemeine Temperatur der Luft sieht. Dieses geht zuweilen so weit, daß eben dasselbe Wasser, welches etliche Stunden stille gestanden hatte, ohne zu gefrieren, in der Minute und fast in dem Augenblicke gefriert, da es in den Wind gebracht wird.

Uebrigens sieht man leicht, daß die Winde, wenn sie über Berge, die mit Schnee bedecket sind, oder über sehr salpetrische Erde kommen, desto geschickter sind, das Ge-

frieren zu verursachen und zu beschleunigen, und in diesem Falle zu einer Ursache werden, die mit den vorhergehenden zusammengesetzet ist.

Zur Vertheidigung der gemeinen Meynung von der Wirkung des Windes in Ansehung des Frostes führet man zwar an, daß das Thermometer vom Winde nicht allein nicht falle, sondern auch gar steige, wenn man seine Kugel mit einem Blasebalge anbläst. Allein das Thermometer fällt deswegen vom Winde nicht (oder wenigstens nicht merklich), weil das Glas der neuen Luft, die der Wind mitbringt, keinen Durchgang gestattet, und der Wind an sich selbst nicht kälter ist, als die stille Luft; denn daraus folget, daß der fliessende Körper in dem Thermometer beständig einerley Grade von Kälte ausgesetzet bleibe, so lange es in gleich kalter Luft bleibt, ohne daß die Bewegung oder die Ruhe eine Veränderung darinne machen könnte. Und es steigt gar merklich, wenn man die Luft mit einem Blasebälge (*) wider die Kugel treibt; weil diese Luft wirklich wärmer ist, als die, welche zuvor das Thermometer umgab, wovon die Schuld entweder an dem Orte, von welchen man gemeiniglich den Blasebalg wegnimmt, oder an der zwiefachen Bewegung liegt, darein die Luft durch das Anziehen und Zusammendrücken des Blasebalges gebracht wird, weil sie mit Gewalt durch eine Klappe hinein und durch eine enge Röhre, wieder heraus fahren muß. Denn man muß einen genauen Unterschied machen, zwischen dieser so zu reden innerlichen Bewegung der Luft, die der Blasebalg in ihr machet, und der gemeinen Bewegung des Windes, die nichts ist als eine stete Fortschaffung einer ganzen Masse Luft oder eines Theiles der Atmosphäre von einem Orte zum andern.

Noch besser und aus einem andern Augenpuncte werden wir in dem andern Theile sehen, wie die bewegte Luft das

(*) Mém. de l'Acad. des Sc. 1710. p. 544. 546.

das Gefrieren der fliessenden Materien beschleunigen, die stille Luft aber es hindern könne.

## Zehntes Hauptstück.

### Dritte zufällige Ursache des Gefrierens und des Frostes: die Zurückhaltung der Verminderung der warmen Dünste, die aus dem Schooße der Erden aufsteigen.

Es giebt von dem Gefrieren, und vornehmlich von den starken Frösten, noch eine Ursache, die nicht so sichtbar, und deswegen auch nicht so bekannt, als die vorhergehenden, aber, meines Erachtens, eben so wirklich, eben so gewöhnlich, und viel kräftiger und allgemeiner ist, *weil* sie ihren beständigen Grund in dem innersten Baue unsrer Erdkugel hat.

Wenn die Vermuthung eines centralischen Hauches, oder warmer Dünste, die immerzu aus dem innersten der Erde aufsteigen, angenommen wird: so sieht man deutlich, daß dieselben weder ganz noch zum Theile können zurückgehalten werden, ohne daß dadurch die Wärme, die von ihnen auf der Erde und in der Luft gemachet wurde, vermindert, oder, welches einerley ist, die Kälte vermehret werde. Setzet man diese Kälte zu derjenigen, welche in einem Lande vermöge der allgemeinen Ursache des Wechsels der Jahreszeiten und vermöge der Umstände des Ortes wirklich statt hatte: so wird sie nothwendig Wirkungen haben müssen, die ihrem Grade proportioniert sind; und wenn sie entweder an sich selbst einen solchen Grad hat, oder durch ihre Verbindung mit allen übrigen Ursachen, ein solcher Grad Kälte erwächst, der dem Grade der zum Gefrieren erforderlichen Kälte gleich kömmt, oder ihn gar übertrift, so ist es nicht weniger klar, daß daraus Fröste erfolgen müssen.

Es

Es kömmt also nur darauf an, daß ich zeige, auf welche Beweise oder auf welchen Grund ich diese Vermuthung baue.

## Eilftes Hauptstück.

### Von dem centralischen oder innersten Feuer der Erde, und den Erscheinungen, die daher rühren.

Verschiedene sehr gelehrte Scribenten, sowohl alte als neue, haben in der Erde ein centralisch Feuer, oder sonst eine gewisse Wärme in dem Tiefsten der Erde, erkannt; beyde haben hieraus eine Menge Erfahrungen erkläret: aber keiner hat, so viel ich weis, sein Daseyn und seine Wirkung auf solche Art behauptet, als hier geschehen soll.

Ich habe im Jahre 1719 der Academie der Wissenschaften eine Abhandlung gegeben, die auch mit unter den Abhandlungen desselben Jahres ist gedruckt worden, und die von **der allgemeinen Ursache der Kälte im Winter, und der Wärme im Sommer** handelt. Es ist darinne bewiesen, daß die Wärme des Sommers in der Breite von Paris beym Eintritte der Sonne in den Krebs, in so ferne sie von dieser Ursache, nämlich von der Wirkung der Sonne in die Erde herrühret, sich gegen die Wärme des Winters, beym Eintritte der Sonne in den Steinbock, zum wenigsten wie 66 gegen 1 verhält. (*)

Nach

(*) Es wird dem Leser nicht unangenehm seyn können, wenn wir ihm die Gründe hiervon, die in der angezogenen weitläuftigen Abhandlung zerstreuet sind, hier ins kurze gezogen vorstellen. Wenn wir setzen, daß der Sin der observirten Mittagshöhe der Sonne am längsten Tage in Paris 3 mal so groß sey, als der Sin der am kürzesten Tage daselbst observirten Mittagshöhe: so erhellet aus dem was im 6ten Hauptstücke ist gesaget worden, daß 1) die Wärme im

Nach den Wahrnehmungen und Versuchen, die Amontons unmittelbar über die Wärme des Sommers und des Winters in eben dieser Breite an dem längsten und kürzesten

im Mittage des längsten Tages gegen die Wärme im Mittage des kürzesten Tages sich daselbst verhalte wie 9 gegen 1, und 2) wenn wir, um alles aufs geringste zu schätzen, annehmen, daß im Mittage des längsten Tages nur 2 mal so viel Stralen daselbst auf die Erde kommen, als im Mittage des kürzesten, wo sie viel schiefer durch die Atmosphäre fahren, die Glieder der vorhergehenden Verhältniß durch 2 und 1 zu multipliciren sind, woraus die Verhältniß 18: 1 erwächst. Weil aber ein Körper auch desto wärmer wird, je länger er bey dem Feuer steht, und desto mehr von seiner Wärme wieder verliert, je länger er von dem Feuer entfernt gewesen; so muß man die gesuchte Verhältniß zu finden, auch auf die Länge des Tages und Kürze der Nacht sehen. Gesetzt nun, die Zeit vom Aufgange der Sonne bis zum Mittage wäre in Paris am längsten Tage nur 2 mal so lang, als im kürzesten: so werden, weil in dessen jeden Augenblick, wie wir nur erst gesetzet, 2 mal so viel Sonnenstralen am längsten als am kürzesten Tage auffallen, die Glieder obiger Verhältniß durch 4 und 1 müssen multipliciret werden, wobey noch verschiedene hieher gehörige Umstände übergangen sind, welche diese Verhältniß gewiß vergrößern würden. Es wird also die gesuchte Verhältniß in so weit der Verhältniß 72: 1 gleich seyn. Da aber auch drittens die Wirkung der Sonnenstralen auf der Erdfläche dem Quadrate der Entfernung der Sonne umgekehrt proportionirt seyn muß, und die Entfernung der Sonne im Anfange des Krebses gegen die Entfernung beym Eintritte in den Steinbock wie 30 gegen 29 sich verhält: so sind endlich noch die Glieder voriger Verhältniß 72: 1 mit 841 und 900, als den Quadraten von 29 und 30, zu multipliciren. Es wird also die gesuchte Verhältniß der Wärme im Mittage des längsten Tages gegen die Wärme im Mittage des kürzesten Tages zu Paris, in so weit beyde von der Sonne allein gewirket werden, der Verhältniß 6728 gegen 100, oder fast der Verhältniß 67 gegen 1 gleich seyn. Da aber der Sin der Mittagshöhe der Sonne in Paris am längsten Tage nicht gar 3 mal so groß ist als am kürzesten Tage,

sten Tage angestellet hat, verhält sich jene gegen diese, wie 60 gegen $51\frac{1}{2}$ (welche Zahlen die Zolle seines Thermometers ausdrücken) oder bey nahe wie 8 gegen 7. Das ist, **die Wärme, die von den Sonnenstralen im Mittage des längsten Tages gemacht wird, ist von der Kälte, bey welcher das Wasser zu Eisse wird, nur wie 60 von $51\frac{1}{2}$ oder wie 8 von 7 unterschieden, und eben die Materie, welche durch ihre Bewegung von 8 Graden die größte und unerträglichste Hitze in unserer Gegend verursachet, hat noch eine Bewegung von 7 Graden, wenn wir eine strenge Kälte empfinden.** (**)

Wie lassen sich so sehr unterschiedene Folgen, die Verhältniß 66 gegen 1 auf einer Seite, und die Verhältniß 8 gegen 7 auf der andern, zusammen reimen?

Jedoch es wird nicht schwer seyn, sie mit einander zu vereinigen, wenn man erweget, daß in meiner Abhandlung nur von der allgemeinen äusserlichen Ursache des Wechsels der Jahreszeiten, nämlich der Sonne, und von der Wärme, die daher am längsten und am kürzesten Tage kommen muß, die Rede ist: da hingegen die Wahrnehmungen und Versuche des Herren **Amontons** auf die ganze absolute Wärme gehen, welche von allen denen Ursachen zusammen genommen herkömmt, die zu irgends einer Jahreszeit Wärme hervorbringen, sie mögen seyn, welche man wolle. Hieraus habe ich durch eine kurze Rechnung geschlossen, daß in der

Tage, wenn die Refraction mitgerechnet wird: so hat Herr von Mairan die deswegen in den nur erst gefundenen Zahlen vorzunehmende Veränderung so groß gefunden, daß an statt der Verhältniß 67 gegen 1 die von 66 gegen 1 heraus gekommen; so daß wenn nun alles zusammen betrachtet worden, die von der Sonne allein herrührende Wärme am längsten Tage zu Mittage in Paris gegen die am kürzesten Tage gewiß keine kleinere Verhältniß haben kann, als 66 gegen 1. Ü.

(**) Hist. de l' Ac. des Sc. 1702. p. 7.

der ganzen Erde ein Schatz von Wärme liegen müsse, der mit dem Wechsel der Jahreszeiten in keiner Verbindung stehe. Denn ähnliche Wahrnehmungen, die man in den meisten bekannten Ländern angestellet hat, und die ähnlichen Folgen, die wir daraus ziehen können, lassen uns nicht zweifeln, daß der Grund dieser Rechnung bey allen Ländern gelte, obgleich in der Anwendung einige Veränderungen aus der Zusammenkunft der anderen Ursachen, nämlich der Breite und Lage des Ortes, der Beschaffenheit des Bodens u. d. m. erfolgen können. Hieraus also, sage ich, und aus den gegebenen Verhältnissen, finde ich, daß dieser beständige Schatz von Wärme in der Breite von Paris 393 mal so groß ist, als derjenige Grad der Wärme im Winter, welcher allein von der allgemeinen Ursache der Abwechselung der Jahrszeiten herkommen würde. Wird nun dieser Grad zur Einheit angenommen, so wird es ordentlich in der Breite von Paris, so zu reden, einen Grund von beständiger Wärme geben, der 393 solche Grade in sich hält, und auf den bald der einzige Grad der Wärme des Winters, bald die 66 Grade der Wärme des Sommers, die aus der allgemeinen Ursache der Veränderung der Jahrszeiten erfolgen, gesetzet werden, und die Summen werden bey nahe in der absoluten Verhältniß, wie 7 gegen 8, stehen, welche die Wahrnehmungen unmittelbar gezeiget haben. Die Ausführung und den Beweis hiervon kann man in der angeführten Abhandlung selbst sehen. (*)

Ob

(*) Die Sache läßt sich aus den obigen Verhältnissen kürzlich also zeigen. Man stelle sich die gänzliche Wärme im Mittage des längsten Tages und des kürzesten, welche das Thermometer zu Paris anzeiget, iede als aus zween Theilen zusammengesetzet vor, derer einer veränderlich ist, und von der Sonne herkömmt, der andere beständig ist und mit ihr nichts zu thun hat. Weil nun die veränderlichen Theile sich gegen einander verhalten, wie 66 gegen 1: so muß auch der Ueberfluß der gänzlichen Wärme über ihren beständigen Theil am längsten Tage nach eben der Verhältniß

Ob übrigens dieses Feuer im Mittelpuncte der Erde, oder nur sonst sehr tief unter ihrer Oberfläche sey, ob es der Erdkugel angeschaffen, oder in ihr nach und nach vermittelst der Sonnenstralen entstanden sey, welche fast die halbe Erdkugel beständig erwärmen, das will ich hier nicht ausmachen: ob mich gleich verschiedene Gründe bewegen zu glauben, daß es dem innersten Baue der Erde und jedes Planeten überhaupt zuzuschreiben sey. Es ist mir hier genug, daß an seiner Wirklichkeit nicht zu zweifeln ist.

Die Wärme dieses Feuers läßt sich in tiefen Gruben empfinden, und zwar desto mehr, je tiefer sie sind. Man darf

niß größer seyn als am kürzesten. Folglich wie 65 gegen 1, so muß sich der Unterschied beyder gänzlichen Wärmen gegen den Ueberschuß der ganzen Wärme am kürzesten Tage über die beständige Wärme verhalten. Weil man nun vermöge der andern Proportion die gänzliche Wärme am längsten Tage durch 60, und die am kürzesten durch $51\frac{1}{2}$ sich ausgedrückt vorstellen kann; so wird ihr Unterschied durch $8\frac{1}{2}$ auszudrucken seyn; und folglich, weil $8\frac{1}{2}$ gegen $\frac{17}{130}$ wie 65 gegen 1 ist, wird der Ueberschuß der ganzen Wärme, im Mittage des kürzesten Tages über die beständige Wärme durch $\frac{17}{130}$ müssen ausgedrucket werden. Es muß also durch $51\frac{1}{2} - \frac{17}{130}$, das ist, durch $\frac{6678}{130}$ die Größe der beständigen Wärme angezeiget werden. Und da nun die von der Sonne allein gewirkte Wärme im Mittage des kürzesten Tages durch den Bruch $\frac{17}{130}$ vorgestellet wird: so ist klar, daß diese Wärme gegen die beständige sich verhalten muß, wie 17 gegen 6678, das ist beynahe, wie 1 gegen 393. Und das ist die von dem Verfasser oben angegebene Bestimmung der Größe der beständigen Wärme, welche Bestimmung jedoch nur, wie leicht zu erachten, auf ein Ungefähr hinauskommen muß, weil die Gründe selbst nicht gewiß genug sind, und in keinem Thermometer die Abtheilungen fähig sind, die Verhältniß zweer Grade Wärme genau anzuzeigen. Doch es wird auch niemand so unbillig seyn, und in solchen Sachen eine Schärfe verlangen, zu derer völliger Erkenntniß unsre Physik und Mathematik lange noch nicht zureicht. U.

darf eben nicht so gar tief in die Erde graben, so findet man schon eine beständige Wärme, die sich nicht mehr ändert, wenn gleich die Wärme der Luft an der Oberfläche der Erde anders wird. Man weis, daß in den Kellern des Observatoriens, die doch, von dem untersten Geschosse an zu rechnen, nur 84 Fuß tief sind, das Thermometer das ganze Jahr durch weder merklich steigt noch fällt; weswegen man auch den Grad, den es zeiget, zum Grade der mittleren oder gemäßigten Wärme in unserem Clima gemachet hat.

Diese Wärme bleibt ordentlich noch einerley, oder ändert sich doch nur wenig, von dergleichen Tiefe an bis zu einer Tiefe von 400, 500, oder 600 Fuß, ja auch wohl nach Beschaffenheit der Umstände mehr oder weniger darüber, wie man solches in den Bergwerken erfährt. Hernach nimmt sie mit der Tiefe zu, und wird zuweilen so stark, daß die Bergleute nicht darinne ausdauern und leben können, wenn man ihnen nicht einige Abkühlung und frische Luft entweder durch **Wetterschächte**, oder durch Wasserfälle verschaffete (*), welches sonst auch, um sie von schädlichen Dünsten zu befreyen geschehen muß.

Jedoch glaube ich, daß diese Verstärkung der Wärme, die so gar empfindlich wird, und diese unerträgliche Hitze, die man nur in sehr tiefen Gruben, und in einer Tiefe von mehr als zwölf hundert oder achtzehn hundert Fuß, antrift, nicht so wohl der größeren Nähe des Mittelpunctes des innersten Feuers zuzuschreiben sind, als vielmehr den schwefligen Dämpfen, oder denen wirklichen Feuern, die sich an solchen Orten von sich selbst durch das Zusammenstossen der Luft und einiger anderer örtlicher Umstände anzünden. Es ist zwar wohl dieser Feuerschatz oder dieses centralische Feuer die Ursache davon, in so ferne es durch

(*) Man sehe nach Boylei Tractatum de Temperie subterranearum regionum, cap. 8. und Boerhavii Chemiam T. I. de Aere, &c.

durch lockrere Erde oder durch weitere Gänge häufiger ausbricht: aber nicht, in so ferne ein Ort weiter davon, oder näher dabey ist. Denn was machen zum Exempel achtzehnhundert Fuß auf oder ab für einen Unterschied bey mehr als achtzehn Millionen, die auf den halben Diameter unsrer Erdkugel gehen? Sie machen nicht den zehntausenden Theil davon aus: und die daher rührende Verstärkung oder Schwächung der Hitze würde noch nicht ein fünftausendel austragen, nach der umgekehrten Verhältniß der Quadrate der Entfernungen, die bey jedem Ausfliessen aus einem Mittelpuncte statt findet.

Wenn also in der Hypothese eines recht centralischen Feuers die äusseren Lagen der Erde, ich meyne diejenigen, die nur auf eine Tiefe von achtzehn hundert bis zwey tausend *vier* hundert Fuß unter ihre Oberfläche reichen, von einerley *Materie und* Dichte wären: so würde die Wärme, in so weit sie von diesem Mittelpuncte ausflösse, in denen Entfernungen, dazu wir kommen können, nur durch unmerkliche Grade zunehmen. Nimmt sie nun merklich zu: so müssen wir schliessen, daß diese Lagen nicht durchgehends von einerley Art sind.

Herr **Micheli du Crest**, in seiner **Beschreibung der Manier ein allgemeines Thermometer zu machen**, saget uns, wiewohl in ganz anderer Absicht, daß er einen umständlichen Bericht von einer Wahrnehmung bekommen hätte, die zu **Ardinghem** zwischen **Calais** und **Boulogne** in einem 447 Fuß tiefen Grubengebäude angestellet worden, wo zwey von seinen Thermometern ganz genau auf dem Puncte der gemäßigten Wärme in den Kellern des Observatoriens wären stehen blieben.

Vor etlichen Jahren ersuchete ich den Herrn von **Gensane**, Correspondenten der Akademie der Wissenschaften und Director der Bergwerke im Elsaß und in der Grafschaft Burgund, einige Versuche hierüber anzustellen. Er brachte mir bald hernach Profile und Risse von den Grubengebäuden

den von **Giromagny**, die an dem Fuße des sogenannten Ballonberges zwo Meilen von **Befort** im Oberelsaß liegen, nebst den Wahrnehmungen, die er daselbst mit dem Barometer und sonderlich mit dem Thermometer angestellet hatte. Aus diesen zeiget sich, daß im Christmonate 1744 das Thermometer des Herrn von **Reaumür**, welches bey der Grube am Tage 2 Grad über dem Puncte o des Frostes stund, in dem Eingange des Schachtes oder der Grube auf 8 Grad gestiegen ist. Als es auf 52 Lachter (*) Seigertiefe war gebracht worden, so stund es auf 10 Grad stille, das ist ungefähr da, wo es in den Kellern des Observatoriens zu stehen pflegt; und hernach stieg es weiter in folgender Ordnung,

| Lachter Tiefe | | | | Grade des Thermometers |
|---|---|---|---|---|
| 52 | = | = | = | 10 |
| 106 | = | = | = | $10\frac{1}{2}$ |
| 158 | = | = | = | $15\frac{3}{4}$ |
| 222 | = | = | = | $18\frac{1}{6}$ |

Dieses ist noch weit unter der großen Hitze in unserem Clima, und wenn wir das, was hierbey wirklich ist, und nicht auf unsere Empfindungen ankömmt, allein betrachten, so wird es nur einen Zuwachs machen, der sehr wenig beträchtlich ist. Denn gesetzt, daß 210 Grade dieses Thermometers zu der beständigen Wärme in unserm Clima gehöreten, die wir auf eine andere Art betrachtet oben durch 393 ausgedrucket haben: so wird die vorhergehende Reihe sich in die folgende verwandeln,

| Lachter Tiefe | | | | Grade der Wärme |
|---|---|---|---|---|
| 52 | = | = | = | 210 |
| 106 | = | = | = | $210\frac{1}{2}$ |
| 158 | = | = | = | $215\frac{3}{4}$ |
| 222 | = | = | = | $218\frac{1}{6}$ |



(*) Ein Lachter zu 6 Pariser Fuß gerechnet. U.

Hier übersteigt das größte Glied das kleinste nur ungefähr um $\frac{1}{28}$, welchen Ueberschuß die geringsten Ungleichheiten in der Dichte des Erdreichs verursachen können. Doch ist der Ueberschuß allemal auf der Seite des Mittelpunctes, und die Wärme allemal nach der Seite zu größer. Uebrigens obgleich hier die Zahl 210 nicht blindlings ist ergriffen worden, sondern mit dem wahren Werthe der beständigen Wärme, in Graden des Thermometers ausgedrucket, ziemlich übereintrift: so setze ich sie doch nur Beyspielsweise, da ich mich hier nicht in die Weitläuftigkeit einer Rechnung einlassen mag, die mich zu weit von meinem Vorhaben abführen würde.

Wenn wir auch von der erstaunlichen und unglaublichen Tiefe, welche die Salzbergwerke zu *Villicza* in Pohlen, zwo *Meilen* von Cracau nach den Erzählungen haben sollen, das größte Theil abziehen, so bleibt es doch wahr, daß sie sehr tief sind, und daß in dieser Art eines Abgrundes, der sehr weit und groß ist, sich beständig eine große Menge Einwohner oder Arbeiter befindet. Indessen geschiehet nirgends Meldung von einer großen Hitze, die man darinne auszustehen hätte, und nach aller Vermuthung muß die Wärme daselbst sehr gemässiget seyn. Vielleicht tragen die Salzkörperchen, die in der daselbst befindlichen Luft zerstreuet sind, zu dieser Mäßigung bey, vermöge dessen, was wir hiervon in einem der vorhergehenden Hauptstücke gesaget haben.

Dem sey aber wie ihm wolle, so wird doch diejenige gleiche und beständige Wärme, die in dieser ganzen ziemlich dicken Schicht und Erdkugel herrschet, welche sich bey der Tiefe der Keller des Observatoriens, oder bey sonst einer solchen Tiefe, nach den Umständen der Oerter, anfängt, allemal das deutlichste Zeichen eines centralischen oder innersten Feuers bleiben, dessen Wirklichkeit wir bewiesen haben. Daß von dieser Schicht an, gegen den Mittelpunct, und zwar beständig gegen den Mittelpunct, die Wärme immer zunimmt, sie sey übrigens von welchem Grade man wolle, dienet vollends diese

Wirklichkeit handgreiflich zu machen. Im übrigen kommen noch viele andere Ursachen dazu, die Natur des Erdreiches, die brennlichen oder nicht brennlichen Materien, daraus es besteht, und hauptsächlich die zufällige oder organische Richtung und Austheilung der Canäle, durch welche dieses innerste Feuer aufsteigen kann. Daher entstehen die Erdbeben, wenn das Feuer in unterirdischen Höhlen von ungefähr auf eine wegen ihrer Tiefe sehr dichte Luft stößt, die plötzlich entzündet wird; (*) daher entstehen die Feuer-speienden Berge, die noch vorhanden sind, oder sonst in fast allen großen Gebirgen gewesen sind: daher sind endlich die meisten dieser Gebirge selbst entstanden: denn aus den uns übrig gebliebenen Spuren zu urtheilen, scheint es, daß in diesen Puncten der äussersten Rinde der Erdkugel das Feuer seine Kräfte verdoppelt und sich mit Gewalt einen Weg dadurch gemachet habe, indem es diese ungeheueren Stücke Fels, die sich seinem Ausbruche widersetzet haben, zerschmettert und in die Höhe geworfen hat.

## Zwölftes Hauptstück.

### Merkliche Wirkungen des centralischen Feuers in dem Meere, und über dem Wasser des Meeres.

In diesem Puncte fehlet es uns zwar an Versuchen: doch die wenigen, die wir haben, die Aehnlichkeit, die in dem allen, was wir bisher gesehen haben, herrschet, und einige besondere Erfahrungen lassen uns nicht zweifeln, daß das Meer auch diese centralische oder sehr tief verborgene Wärme empfindet, die wir nur erst in Beziehung auf große feste Länder bewiesen und beschrieben haben.

Der Graf **Marsigli**, dem die Wissenschaften viel zu danken haben, lehret uns in seiner physicalischen Historie des Meeres, daß er, **als er in dem Christmonate, im**

**Jenner**

(*) Man sehe die Mém. de l'Acad. des Sc. 1703. p. 101.

Jenner, Merz, und April an verschiedenen Orten ein Thermometer auf verschiedene Tiefen eingetauchet, die Wärme in einer Tiefe von 10, 20, 30, bis 120 Faden beständig von $10\frac{1}{2}$ oder $10\frac{3}{4}$ Grad gefunden hat. (*) Er hat es auch im Brachmonate versuchet, und da weis ich nicht aus was für Umständen das Thermometer 3 bis 4 Grad tiefer gefallen ist, nach der Tabelle, die er davon gegeben hat. Doch dem sey wie ihm wolle, so stimmen diese Wahrnehmungen vollkommen mit unserm Begriffe zusammen, da sie zeigen, daß das Meer zu verschiedenen Zeiten in einer Tiefe von mehr als 10 Faden oder 60 Fuß, und bis auf 120 Faden eine den Sinnen nach gleichförmige Wärme hat. Alles, was hierbey noch zu wünschen wäre, ist, daß uns der Verfasser einen bestimmten Grad von Wärme oder Kälte möchte angezeiget haben, darauf man die Grade seines Thermometers beziehen könnte. Indessen läßt sich aus dem Ansehen des Instrumentes selbst, daß er auf einen Kupfer vorgestellet, und aus gewissen Merkmalen, die er dabey gemachet hat, urtheilen, daß diese $10\frac{1}{2}$ Grad Wärme nicht sehr von dem Grade abweichen, den wir den Grad der gemässigten Wärme nennen, und er scheint dieses selbst durch das Wort temperature zu verstehen zu geben. (**)



(*) Hist. physique de la Mer, p. 16. Diese Versuche sind in dem Lionischen Meerbusen um das Jahr 1709, eher oder später, angestellet worden, wie es aus dem Leben des Grafen in der Hist. de l'Acad. des Sc. 1730, p. 139 erscheint.

(**) Es ist bey diesen $10\frac{1}{2}$ Grad ein Merkmal, und gleichwohl steht das Flüßige in dem Thermometer auf dem $44\frac{1}{2}$, also 34 Grad drüber, als ob dieses der Grad wäre, den das Thermometer gezeiget hätte, ehe es ins Wasser ist gelassen worden. Ich halte dafür, es wäre noch besser, wenn man diese Versuche mit Hooks Sucher, der in dem Versuche einer Anweisung zu den Reisen im 1. Theile der Voyages au Nord beschrieben ist, oder mit einem andern dergleichen Sucher anstellete, vermittelst dessen man das Wasser vom Grunde des Meeres unvermischt und in so großer Menge herauf

Dieses Zeugniß des Grafen **Marsigli** ist desto wichtiger, da es gewisser maassen dem Zeugnisse des berühmten **Boyle** entgegen gesetzet ist, **der von dem Grunde des Meeres und von der Wärme der Tiefen des Meeres geschrieben** hat, aber, nach dem Urtheil des Grafen **Marsigli**, auf eine sehr unvollständige Art, weil er entweder **durch den Tod oder durch einen andern uns unbekannten Zufall** gehindert worden, die letzte Hand daran zu legen.

Wir wollen gleichwohl sehen, was **Boyle** von dieser Sache gehalten hat. **Es ist**, schreibt er, **ein gemeiner Irrthum, daß man sich einbildet, das Wasser in dem Tiefsten des Meeres wäre allemal sehr warm;** und er glaubet im Gegentheile, vermöge verschiedener Erzählungen, die er sich hatte machen lassen, daß **überhaupt die untersten Gegenden des Meeres kalt sind.** Hierüber muß ich einige Anmerkungen machen.

Selbst nach unsrer Theorie können die tiefen Gegenden des Meeres ordentlicher Weise nicht sehr warm seyn, wenn man durch sehr warm (calidissimæ) versteht, daß ihre Wärme die Wärme, welche überhaupt von dem Ausflusse des centralischen Feuers entsteht, und die Wärme des oberen Wassers sehr viel übertreffe.

Ich weis auch nicht, in Ansehung der untersten Gegenden, was die Kälte, die ihnen zugeschrieben wird (frigida est) bedeutet, so lange ich kein bestimmtes Glied der Vergleichung habe, danach ich die Kälte schätzen kann. Denn vielleicht ist sie eben das, was ich die gemäßigte Wärme nenne, die bey der Oberfläche der Erdkugel von dem innersten Feuer entsteht.

Noch

herauf ziehen könnte, daß es seine Wärme in der kurzen Zeit, da man es heraufzöge, und das Thermometer hinein tauchete, nicht viel veränderte; oder, daß man, in Ermangelung eines solchen Suchers, sich eines Thermometers bediente, das eine sehr große Kugel hätte, und nicht schnell stiege.

Noch mehr, nach dem unverbrüchlichen Gesetze der Hydrostatik, darauf man sehr wohl acht zu geben hat, und welches hier den großen Unterschied zwischen dem festen Lande und dem Meere machet, muß das wärmste Wasser, welches folglich, bey übrigen gleichen Umständen, das leichteste ist, beständig über dasjenige, das nicht so warm ist, herauf steigen. Hierdurch wird in dieser großen flüssigen Schicht der Erdkugel eine fast durchgehendsgleiche Wärme verursachet, welches den Wahrnehmungen des Grafen Marsigli gemäß ist; nur ist hiervon die Oberfläche aus zu nehmen, die wirklich dem Eindrucke der Luft ausgesetzet ist, und auf der zuweilen das Wasser gefriert, ehe es Zeit gehabt hat unterzusinken, wie es vermöge seiner Schwere und Erkältung hätte geschehen sollen.

Ich sage endlich, weil **Boyle** keine Wahrnehmungen gehabt, wobey man sich eines Thermometers bedienet hätte, sondern sich bloß an die allemal relative und zweydeutige Empfindung entweder einiger Täucher, die in den nordischen Meeren in einer Tiefe von etlichen Faden vor Kälte nicht haben dauern können, oder einiger Reisender, die in den Meeren von Indien die Kälte des aus größern Tiefen heraufgezogenen Lotes nach dem Gefühle geschätzet haben, gehalten hat: so kann man aus dergleichen Versuchen nichts zuverläßiges bestimmen.

Es ist so gut, als bewiesen, daß, wenn der Grund des Meeres nicht den beständigen Ausfluß des centralischen Feuers empfände, das Wasser in einer Tiefe von hundert oder zweyhundert Faden, geschweige denn von drey bis vier hundert Faden (*), nicht nur kalt, und sehr kalt, sondern



(*) Man hat das Lot so tief, und noch tiefer fallen lassen, ohne Grund zu finden. Einige Schiffer haben gemeynet, es könnte bey weitem nicht so tief fallen: allein das ist ein bloßes Vorurtheil, welches auf keinem einzigen guten Grunde beruhet, und dem die Erfahrung widerspricht. Sehet Fournier Hydrographie p. 607. Marsigli Hist. phys. de la Mer p. 10.

gar gefroren seyn müßte, so gut als das Wasser in den Meeren bey Grönland und Neu=Zembla in der strengsten Kälte des Winters. Denn 1) es gefriert die Oberfläche des Meeres in diesen Ländern unter dem Pole nur vermöge der Erkältung der Luft, und diese Erkältung kömmt nur von der Schwächung der allgemeinen äusseren Ursache der Wärme her. 2) Dringet diese Ursache, die Wirkung der Sonnenstralen, gewiß nicht tiefer als auf 10 bis 12 Fuß in die Erde, welches die Eißgruben, die sich in solcher Tiefe halten, bezeugen. 3) Wenn wir nun, in der Vergleichung des Wassers mit der Erde, allein auf beyder ihre eigene Schwere sehen wollten, so würden wir finden, daß die Sonnenstralen das Meer nicht tiefer, als 120, 150 bis 180 Fuß unter seiner Oberfläche, erwärmen könnten. Aber lasset uns auch dem Wasser des Meeres das zehnfache, das hundertfache, wenn es nöthig ist, von derjenigen Tiefe, welche die Erde haben muß, wenn die Kälte des Frostes in ihr bleiben soll, einräumen, und zwar, wenn man will, aus Ursache der Durchsichtigkeit dieses Wassers; ob es gleich dieselbe in einer Tiefe von 256 Fuß verliert, so daß man in einer größern Tiefe nichts mehr unter dem Wasser (*) sehen kann, und obgleich die Durchsichtigkeit weder die Kälte noch den Frost ausschließt, weil das Eiß selbst durchsichtig ist. Wie wird es dessen ungeachtet in einer Tiefe von zwey, drey oder vier hundert Faden seyn? In so großen Tiefen würde das Wasser des Meeres allezeit gefroren seyn, wenn es nicht daselbst von einem noch tieferem Feuer fliessend erhalten würde.

Es giebt also gewiß unter dem Grunde des Meeres einen Schatz von Wärme, und man sehe die Sache an, wie man wolle, so muß man daselbst ein Feuer zugeben, weil es da auf allen Seiten ausbricht. Wenigstens hat der Grund des Meeres, wie das übrige der Erde, seine Feuerspeiende

(*) Essai d' Optique sur la grad. de la Lumiere. par M. Bouguer. p. 85.

speiende Klüfte. Ihre Ausbrüche offenbaren sich durch die plötzliche Entstehung neuer Klippen, und annoch rauchender Inseln, durch die Wasserhosen, welche wahrscheinlich nichts anders sind, als Folgen von dergleichen unvollkommenen Ausbrüchen, wenn die Erhebung der Erde auf dem Grunde des Meeres sich nicht so gar weit erstrecket hat, oder nicht, bis an die Oberfläche des Wassers hat reichen können; durch die Spuren des Feuers, die calcinierten und leichten (*) Steine, womit das Meer zuweilen auf einmal bedecket wird, **die darauf einen Raum von vier bis fünf hundert Meilen einnehmen**, viel hundert Meilen weit von den Küsten, und ohne daß irgends ein Feuer speiender Berg in der Runde herum zu finden ist; endlich durch das wirkliche oder scheinbare Sieden des Wassers, es sey nun, daß man dabey **eine so unmäßige Hitze verspüret, die nicht einmal den Zugang dazu verstattet**, wie es um die neue Klippe herum gewesen, so in einer Nacht bey der Insel Santorin entstanden ist (**), oder daß dieses Sieden, nur von dem untersten wärmeren Wasser verursachet wird, welches, weil es leichter ist, immerfort in die Höhe steigt.

## Dreyzehntes Hauptstück.

### Andere Wirkungen eines Feuers in dem Innersten der Erde.

Wir wollen es uns nicht verdriessen lassen, eine bey unserem Vorhaben so wichtige, und an sich selbst der Untersuchung würdige Materie durch mehr Beyspiele zu erläutern.

Jedes Flüßige, welches sich auszubreiten bemüht ist, es geschehe aus welcher Ursache es wolle, ist gleichfalls bemüht

(*) Bimssteine. Hist. de l' Ac. des Sc. 1743. p. 32.

(**) Hist. de l' Ac. des Sc. 1708. p. 23.

nüht dasjenige fort zu stossen, was sich seiner Ausbreitung widersetzet. Es hat eine Kraft zu stossen, weil es eine ausdehnende Kraft hat. Nun ist, wie **Boerhaave** in seiner Chymie mit tausend Gründen aus der Theorie und Erfahrung bewiesen hat, unter allen Eigenschaften des Feuers die unstreitigste und wesentlichste, seine Ausbreitung. Der heisse und subtile Dampf, diejenige Atmosphäre, welche einen erhitzten oder brennenden festen Körper umgiebt, mit einem Worte jeder Ausfluß eines centralischen Feuers, wird also auch eine stossende Kraft haben, und perpendikulär in den erhitzten Körper wirken. Besonders werden die Ausflüsse des unterirdischen Feuers also wirken müssen, weil ihnen ihre Leichte, wie der Flamme eine Richtung giebt, die den Stössen der Schwere gerade entgegen gesetzet ist. In einem gar gemeinen Versuche sind alle diese Wirkungen beysammen. Es wird eine Spiralplatte, die aus einem Kartenplatte oder einem Bogen Papier geschnitten ist, über einem Ofen dergestalt aufgehenket, daß die Dünste, die von dem Eisen oder den Ziegeln senkrecht aufsteigen, schief an ihre Fläche stossen: und so dreht sich diese Spirale, Schnecke oder Schlange um sich selbst herum, und zwar desto geschwinder je wärmer der Ofen ist. Man bedient sich so gar dieser Art Thermometer, um eine gleiche Wärme darinne zu unterhalten. Also, sage ich, werden die Ausflüsse des centralischen, oder sonst innersten Feuers der Erde, dessen Wirklichkeit nicht mehr zweifelhaft ist, allen festen und flüßigen Körpern, womit die Erde umgeben ist, merkliche, obwohl unsichtbare, Stösse geben, und diese werden dadurch merklich werden, daß jene feste oder flüßige Körper, welche sichtbar sind, ihnen ganz oder zum Theile nachgeben müssen.

Woher kömmt es, daß die Stämme oder Stengel der Pflanze beständig unter rechten Winkeln auf dem Horizonte stehen? Ihre Saamenkörner werden in die Erde, ohne Sorgfalt hingeworfen, und die Theile derselben, durch welche die Keimchen herauskommen sollen, sind auf tausend verschiedene

Arten

Arten schief einwärts, mehr oder weniger unterwärts gekehret; und unter allen diesen unendlich vielen Lagen, ist diejenige, die das Keimchen genau in die Höhe oder senkrecht richten kann, nur die einzige. Dessen ungeachtet kommen sie alle senkrecht aus der Erden hervor; ihre zärtesten Stengel, die nur erst aus dem Saamen entsprossen sind, krümmen sich in der Erde, biegen sich, richten sich selbst so auf, daß sie nach dieser Richtung gerade in die Höhe steigen können. Kommen sie an einer senkrechten Mauer oder an steilen Oertern: so richten sie sich in der Luft auf, und treiben nach dem Zenith zu, eben als ob ihre Keimchen nach dieser Richtung in den horizontalen Erdboden wären gesteckt worden. Sind Bäume durch Fluten umgerissen, oder durch Sturmwinde gefället worden, daß sie horizontal auf der Erde liegen: so treiben ihre Gipfel und zärtesten Aeste von neuem so, daß sie sich in die Höhe biegen, und sich in die ihnen zukommende senkrechte Lage wieder setzen. Die Blühten der Indianischen Marronen, welche wegen der langen Fasern ihrer Stiele sich also biegen und wieder aufrichten können, bestreben sich gleicher Weise sich nach dem Zenithe zu kehren: und da diese Fasern stark genug sind, sich in dieser Lage zu erhalten, unerachtet des ziemlich großen Gewichtes der Blühten, durch welches sie niederwärts gezogen werden, so nehmen sie in der That meistentheils diese Richtung an, so daß sie wie conische Kronleuchter aussehen. Kurz, dieses ist bey den Pflanzen ein so sichtbares und beständiges Gesetz, daß ich keine Ausnahme davon wüßte, von der man nicht alsbald die besondere Ursache finden könnte, der allgemeinen Ursache unbeschadet.

Aber was ist diese Ursache wohl sonst, oder was kann man sich wohl sonst dieses alles näher und wahrscheinlicher zu erklären einbilden, als ein flüßiges Wesen, das immerzu in dieser Richtung aus der Erde aufsteigt, und das durch sein wiederhohltes Anstossen die Pflanze und ihre biegsamsten Theile zwingt, seine Richtung auch anzunehmen?

Dodart,

**Dodart**,(*) der die Sonderheiten dieser Erscheinung vollkommen beschrieben hat, scheint uns selbst auf diese Erklärung durch die behutsamen Einschränkungen zu bringen, die er bey demjenigen gemacht hat, was er zur Ursache angegeben, aber selbst für unzulänglich erkannt hat. Es giebt ohne Zweifel eine Ursache, die mit der, welche ich hier anzeige, zusammen, wiewohl sehr schwach, wirken könnte: aber die Anziehung der Sonnenstralen, die man vielleicht für eine der glaublichsten Ursachen halten möchte, wird offenbar durch diesen Einwurf zu nichte gemachet, daß, woferne sie statt hätte, die Stengel aller Pflanzen sich gegen Mittag neigen würden, und das um so viel mehr, je näher die Länder, wo sie wachsen, bey dem Pole lägen.

**De la Hire** vermeynete (†), der Unterschied unter dem zur Nahrung der Wurzeln bestimmten Safte, der grob und schwer wäre, und dem in dem Stengel und seinen Aesten fliessenden Safte, welcher subtil und leicht wäre, verursachete, daß jene unter sich, diese aber über sich trieben; hernach, wenn sie einmal in die Luft gekommen wären, die ihrer Verlängerung nicht widerstünde, führen sie fort senkrecht in die Höhe zu wachsen. Allein zu geschweigen, daß mir diese Ursache den Wirkungen, die er ihr zuschreibt, nicht recht proportioniert zu seyn scheint, so sehe ich auch nicht, wie man sie in dem Falle anbringen könnte, da die Pflanzen an Mauern oder steilen Orten wachsen, und noch weniger alsdenn, wenn Bäume, die horizontal liegen, ihre Gipfel aufrichten, oder wenn die Blühten, unerachtet ihrer Schwere und der Richtung ihrer Stiele, sich aufwärts gegen das Zenith biegen. Da hingegen ein Flüßiges, welches sich unaufhörlich mehr oder weniger von unten hinauf beweget, welches vielleicht in die organischen Gefässe der Pflanzen dringt, und sich mit ihrem Safte vermischet, allen Schwierigkeiten Genüge thut, und selbst in einer

(*) Mém. de l'Acad. des Sc. 1700. p. 47.

(†) Mém. de l'Acad. des Sc. 1708. p. 231.

einer unstreitigen Ursache, der innersten Wärme der Erde, seinen Grund hat.

Unter den Gründen, die man bisher von den Veränderungen des Barometers gegeben hat, und die ich keinesweges verwerfen will, zweifele ich, daß einer wahrscheinlicher sey, als der Dampf oder Ausfluß, wie man ihn nennen mag, der zwar ohne Aufhören von dem Mittelpuncte gegen die Fläche der Erdkugel steigt, zuweilen aber in größerer Menge und mit mehr Kraft, wie sich dieses, glaube ich, bey den Stürmen, bey dem Feuer speien gewisser Berge, und bey den Erdbeben zuträgt, wo das Barometer fast in einem Augenblicke fällt, und viel tiefer, als es bey seinen ordentlichen Veränderungen zu fallen pflegt. Was alsdenn in den Ländern, die solchen Zufällen unterworfen sind, im Kleinen sich zeiget, das hat auch, wenn ich *nicht irre*, im Großen statt, auf der ganzen Fläche der Erde, nur daß es nicht so sehr in die Augen fällt. Denn dieses Flüßige, das sich von unten hinauf beweget, muß die Schwere der Atmosphäre, oder ihren Druck von oben herunter, desto mehr ertragen und vermindern, und also das Quecksilber im Barometer, welches ihr das Gleichgewicht hält, zum Fallen bringen, je größer die entgegen gesetzte Bestrebung ist, oder je dichter und häufiger das aufsteigende Flüßige ist. Die unmäßige aber nicht anhaltende Hitze, die man zuweilen aller Orten auf der Erdkugel verspüret, und die von der Jahreszeit nicht herrühret, wird fast allemal von eben diesen Umständen begleitet, und ist die Wirkung einer ähnlichen Ursache.

Warum aber dieser Ausfluß der centralischen Dünste bald stärker bald schwächer ist, davon gestehe ich, daß mir die Ursache ganz unbekannt ist. Wissen wir das Gesetze, nachdem sich die Atmosphäre der Sonne ausbreitet und zusammen zieht, so deutlich sie sich auch unsern Augen in dem Thierkreislichte darstellet, welches wir manchmal über die Bahn der Erde hinausgestrecket, und manchmal in

der

der Bahn der Venus oder gar des Mercurs eingeschlossen sehen? Es ist wohl möglich, daß in dem Baue der Erde, in Ansehung seines centralischen Feuers, eine innerliche Ursache dieser Ausbreitung und Zusammenziehung liege, deren Mechanik wir niemals erkennen werden, ob wir gleich ihre Wirkungen sehen und empfinden.

## Vierzehntes Hauptstück.

### Aeusserliche und den Orten nach unterschiedene Umstände, welche sich mit dem Aufsteigen und mit der Unterdruckung der Dünste des centralischen Feuers verbinden.

Diese Umstände, die eben so viel neue Ursachen der Kälte und des Frostes sind, zeigen sich vornämlich auf den hohen Bergen, das ist, in den Ländern, wo die Fläche der Erde nichts als ein Haufen und ein Geschübe von erhabnen Felsen ist. Denn man begreift leichtlich, daß diese dichtere und dickere Rinde, die von dem Mittelpuncte des Feuers mehr entfernt ist, als der Erdboden eines platten Landes, die warmen Dünste, welche von unten herauf steigen, oder herauf zu steigen bemühet sind, alle oder zum Theile aufhalten müsse. Aus dieser Ursache empfindet man allezeit eine unerträgliche Kälte auf den hohen Bergen, dergleichen z. E. das Gebirge Andes in America ist; das Wasser gefriert daselbst mitten in dem heissen Erdstriche, und der Schnee, von dem die höchsten dieser Berge den Namen der Schneeberge bekommen haben, schmilzt daselbst in einer gewissen Höhe (*) niemals. Eben so weis man, daß die Alpen, das Pyrenäische Gebirge, und alle grosse bergige Länder ihre Eißberge haben, worauf man seit undenklichen Zeiten das Eiß nicht hat schmelzen sehen. (**)

Und

(*) Nämlich 14640 Fuß über dem Horizonte des Meeres; nach des Herrn Bouguer Berichte Memoir. de l'Ac. des Sc. 1744.

(**) Scheuchzer, Iter quartum Alpinum.

Und ob man gleich von dieser Erscheinung vielerley Gründe angegeben hat, unter denen ich einige (†) gerne annehmen wollte, so befinde ich doch nicht, daß sie ihr völlig Genüge thun. Ich glaube, man muß noch ausserdem, und in Ansehung des größten Theils dieser Wirkung, die Verknüpfung zu Hülfe nehmen, worinne die Beschaffenheit des Ortes mit dem Grunde des centralischen Feuers steht, oder das Flüssige, die Dünste, welche sich aus dem innersten der Erdkugel erheben, und die, weil sie nicht häufig genug durch die dicke und feste Rinde, welche ihrem Ausgange im Wege steht, dringen können, die über ihr liegende Gegend der strengsten Kälte ausgesetzet lassen, welche auch über die ganze Fläche der Erde herrschen würde, wenn sie nicht dieser beständige Grund der Wärme davon befreyete.

Es ist noch etwas von diesen hohen Bergen, die ganz aus Felsen zusammengesetzet sind, anzumerken, nämlich, daß auf ihnen das Barometer fast gar keine Veränderung, oder höchstens nur eine von einer bis zwo Linien, leidet, da indessen in dem umliegenden Lande, und gegen die Ufer des Meeres die Grenzen dieser Veränderungen wohl zween Zoll von einander sind. So ist es auf den Alpen, wie Scheuchzer auf den verschiedenen Reisen, die er dahin gethan, bemerket hat. Denn ob man gleich von den Veränderungen, die das Barometer da haben sollte, so viel abziehen muß, als nach Proportion auf das Fallen des Quecksilbers in der Röhre wegen der Höhe des Ortes kömmt: so sind doch diese Veränderungen bey weitem nicht so groß, als sie seyn sollten; da das Fallen von ungefähr 7 Zoll, zum Exempel, welches auf den höchsten Bergen unter den Alpen statt findet, nicht mehr als 7 bis 8 Linien von der Weite zwischen den Grenzen der

(†) Sonderlich die Herr Bouguer beygebracht, in seiner letzteren Beschreibung der Reise nach Peru, zu Anfange seines Buches de la Figure de la Terre, das in diesem Jahre gedruckt worden ist, nachdem ich alles dieses bereits geschrieben hatte.

der Veränderungen abzuziehen giebt, und also ihrer noch 16 bis 17 übrig bleiben. Woher käme es nun, daß während des Fallens und Steigens des Quecksilbers die Luft daselbst der Luft über dem umliegenden platten Lande nicht das Gleichgewicht hielte, wenn nicht das aufsteigende Flüssige aufgehalten würde, daß es nicht bis dahin kommen könnte? Und es ist nicht etwan die Entfernung der obern Luft von der Luft auf der benachbarten Ebene, welche es unterbricht oder sein Aufsteigen hindert: denn wir haben unzähliche Wahrnehmungen, die zu einer Zeit in Paris, Uranienburg, Koppenhagen, und andern sehr entfernten Orten geschehen sind, wo einerley Veränderungen des Barometers an einem Tage und fast zu einer Stunde erfolgen.

Ich gestehe, daß auf denen Bergen des heissen Erdstriches und in den umher liegenden Oertern an dem Ufer des Meeres der Unterschied nicht so gar merklich ist: aber das kömmt daher, weil die Oberfläche des heissen Erdstriches viel mehr erhaben ist, als die Oberfläche der übrigen Erdstriche. Denn deswegen, oder wegen der Ursache dieser Erhebung selbst, sind die Höhe und die Veränderungen des Barometers daselbst nicht so groß, weder auf den Bergen noch auf dem platten Lande. Aus gleicher Ursache ist die Hitze, die man gemeiniglich in dem heissen Erdstriche hat, nicht größer, als die, welche man zu Paris in den ordentlichen Sommern empfindet: sie hält nur mehr an, und ist nur deswegen unerträglicher. (*)

Die

(*) Vermöge der letzteren Wahrnehmungen von der Figur der Erde ist die Mitte des heissen Erdstriches 4 bis 5 deutsche Meilen weiter von dem Mittelpunkte der Erde, als die Pole. Wenn diese Erhebung der Oberfläche des heissen Erdstriches eben so viel mehr Entfernung von der centralischen Kugel der Wärme gäbe; so müßte sie, nach unsern Gründen, in diesem ganzen Striche die strengste Kälte veranlassen. Zudem muß man erwegen, daß die Entfernungskräfte, welche die Erhebung des heissen Erdstriches gemachet haben, anfangs

Die Unterdrückung der centralischen Dünste ist alsdenn leicht zu erkennen, wenn sie bey der Höhe des Landes sich auch mit den andern Ursachen der Kälte verknüpft befindet, als da sind die Winterszeit, die Polhöhe, der mit Salpeter oder andern Salzen angefüllte Erdboden. Denn es kommen alsdenn aus dieser Verknüpfung erstaunliche Wirkungen, welche alles das weit übertreffen, was diese Umstände allein hätten hervorbringen können. In Siberien und einigen andern Gegenden des festen Landes von Asien; zwischen dem 55 und 60 Grade der Breite, ist der Winter so entsetzlich, daß man sichs schwerlich einbilden kann, wie Menschen und Thiere da dauern können. Ein gelehrter Naturkündiger, der in diesen Ländern etliche Jahre zugebracht hat, erzählet (*), daß daselbst das Quecksilber des **Delislischen** Thermometers gemeiniglich im Winter auf 240, und zuweilen bis auf 270 und 280 Grad fällt, wel-



fangs in alle Schichten der Erdkugel, die wir ursprünglich flüßig setzen, nach Proportion der Quadrate der Geschwindigkeiten und der Weiten gewirket haben, wodurch die Rinde oder äussere Schicht der Erde in dem hitzigen Erdstriche nothwendig ein wenig dicker hat werden müssen, als in den andern Erdstrichen; und eben hiervon, daß diese Dicke an diesem Orte der Erdkugel etwas größer ist, kömmt es, daß die Wärme daselbst nicht so groß ist, als sie in Ansehung der Breite und wegen der allgemeinen Ursache der Jahreszeiten seyn sollte. Mit einem Worte, die Kugel oder die Sphäroide des centralischen Feuers muß sich unter dem heissen Erdstriche weiter erstrecken, als sonst irgends wo, und zugleich daselbst durch eine dickere Rinde von Erde hindurch dringen.

(*) Herr Johann Georg Gmelin, Professor der Chymie und Naturgeschichte auf der Kaiserl. Akademie in Petersburg, in der langen und schönen Vorrede vor seiner Flora Siberica. Diese Wahrnehmungen sind in den Jahren 1735, 1736, 1737, und 1738 vornehmlich in dem Forte Kiren an der Lena, und in der Stadt Jenisea an dem Flusse eben dieses Namens gemacht worden, um den 58. und 58½ Grad Breite, nach dem Rußischen Atlas, der 1745 herausgekommen ist.

ches so viel ist, als auf ungefähr 48, 64, und 70 Grad unter dem Puncte des Frostes in dem Thermometer des Herrn von Reaumür, da indessen zu Tornöe in Bothnien, fast im 66 Grade der Breite, eben dieses mit Quecksilber gefüllete Thermometer im Jenner 1737 nur auf den 37 Grad herunter gefallen ist, und zu Paris im Jahre 1709 die größte Kälte noch nicht 15 solche Grade gemachet hat. Das machet, der Erdboden in Siberien ist dicht und sehr erhaben, er hat einen Ueberfluß an Salpeter und andern Salzen, man findet darinne etliche Fuß unter der Oberfläche an verschiedenen Orten und fast zu allen Zeiten Eiß, und dieses Eiß erstrecket sich vermuthlich auf eine große Tiefe, so daß man daselbst viel Mühe haben muß, Brunnen zu graben, und daß, wenn man auch damit zu Stande kömmt, und sie tiefer gräbt, als der Grund der benachbarten Flüsse ist, das Wasser in ihnen nicht fliessen kann, weil es von dem Eisse aufgehalten, oder selbst zu Eisse wird. Lauter Umstände, welche das ihrige zu der Härte des Winters, die man daselbst empfindet, beytragen, und dem Ausflusse der unterirdischen Dünste entgegen sind; die aber doch, ohne die Aufhaltung dieser Dünste, die Kälte nicht bis auf diesen übermäßigen Grad treiben könnten. Es zweifelt auch der einsichtige Scribent, der uns alle diese Erfahrungen an die Hand gegeben hat, gar nicht, daß sich hier noch etwas anders mit einmengen müsse. (*)

## Funfzehntes Hauptstück.

### Anwendung dieses Grundes oder der centralischen Dünste, zur Erklärung des Gefrierens und des Frostes.

Um alle diese Erfahrungen und alle diese Inductionen auf einmal wieder zu übersehen, und von diesem Grundsatze die

(*) Subesse aliam quandam caussam in terra forte latentem. p. xlix.

die Anwendung zu unserm Vorhaben zu machen, will ich hier überhaupt sagen, wie ich mir vorstelle, daß diese Ursache in den mäßig warmen Ländern, dergleichen unsers ist, wirke. Wenn die Dünste, die aus dem Schoße der Erde in die Höhe steigen, alle oder zum Theile unterdrücket werden, wenn sie nicht so häufig oder nicht so warm sind, so wird die Wärme, welche ihre Oberfläche oder die unterste Gegend des Luftkreises wirklich hatte, vermindert, und kömmt das, was wir Kälte nennen, an ihre Stelle. Die Kälte, womit die Oberfläche ist befallen worden, zieht die Luftlöcher derselben zusammen, und diese Wirkung, indem sie selbst zur Ursache wird, vermindert auch an ihrem Theile den Ausfluß der Dünste. Alle beyde verbinden und vermischen sich mit einander aufs innigste, als Wirkungen oder als Ursachen, und die Folge von ihnen ist der Frost, wenn alle andere erforderliche Umstände der Jahreszeit, des Clima, der Winde u. d. m. hinzukommen; und dieser Frost währet so lange bis neue Ursachen, innere oder äussere, die Zusammenstimmung der ersteren unterbrechen. Was aber die in Ansehung der Hitze oder der Kälte äussersten Erdstriche betrift, so wird oft die ordentliche Wirkung dieser Ursache von den übrigen Ursachen der Wärme oder der Kälte gleichsam verschlungen; sie lassen diese Ursache nicht zum Vorscheine kommen, ob sie gleich deswegen nicht aufhöret wirklich zu seyn, und manchmal durch besondere Umstände entdecket wird, welche ihre Unterdrückung augenscheinlich verrathen, wie wir dergleichen nur erst von dem erhabenen und bergichten Theile von Peru mitten in dem hitzigen Erdstriche angemerket haben.

## Sechzehntes Hauptstück.

## Von der Verschiedenheit des Gefrierens nach der Verschiedenheit der fliessenden Körper, überhaupt.

In dem Gefrieren kann sich eine Verschiedenheit zeigen entweder in Ansehung der Geschwindigkeit, oder der

Stärke, oder verschiedener anderer Umstände, die nach der Natur und den Eigenschaften des fliessenden Körpers unendlich verschieden seyn können.

Um uns hiervon einen allgemeinen Begriff zu machen, denn weiter erstrecket sich hier unsre Absicht nicht, so dürfen wir uns nur dessen erinnern, was oben von dem Unterschiede ist gesaget worden, der unter den fliessenden Körpern nach der Größe, Figur, und Dichte der Theile, daraus sie bestehen, statt haben kann. Denn eben die Verknüpfungen, daraus ihre verschiedenen Grade oder Arten der Flüßigkeit entspringen, müssen auch so viel verschiedene Arten von Eisse geben. Es ist, zum Exempel, klar, daß, wenn sonst alles gleich ist, ein fliessender Körper, dessen Bestandtheile größer, oder ästiger, oder weniger glatt, oder dichter sind, eher gefrieren muß, als derjenige, dessen Theile anders beschaffen sind: weil dieses alles solche Umstände sind, welche die Wirksamkeit der subtilen Materie, die er in sich hat, vermindern.

Die fliessenden Körper, die leichtlich gefrieren, und von denen das Eiß, wenigstens dasjenige das anfangs entsteht, so bald sie ihre Flüßigkeit verlieren, nicht hart ist, als das Baumöl, das zerlassene Fett, u. d. m. haben vermuthlich solche Bestandtheile, die ästiger und zugleich geschmeidiger sind, als die Bestandtheile der andern fliessenden Körper, welche ein festeres Eiß geben. Die kleinen Zasern und Aeste dieser Theile können machen, daß sie geschwinder gefrieren, und ihre Geschmeidigkeit kann die Härte ihres Eisses verhindern.

Was diejenigen fliessenden Körper betrift, die bloß wäßrig sind, so habe ich angemerket, daß sie fast alle in gleicher Zeit gefrieren, oder wenigstens der Unterschied der Zeit nicht groß ist, und nur von gewissen Umständen herrühret, die man zuweilen bey den damit angestellten Versuchen nicht gewahr wird. Denn ein Gefäß, darinne zuvor ein geistiges Flüßiges oder ein Salz gewesen, ein Gefäß, das nicht so

rein,

rein, oder das größer ist, die verschiedene Materie oder Figur der Gefäße, eine vollkommnere oder längere Ruhe, mit einem Worte der geringste Umstand, ist vermögend, einen ansehnlichen Unterschied bey dem Gefrieren zweyer fliessender Körper von einer Art, oder gar zweyer ähnlicher Theile von einer gewissen Menge eines einzigen fliessenden Körpers, zu machen.

Man kann unter den Florentinischen Versuchen (*) diejenigen nachsehen, welche in dieser Absicht über das Gefrieren des Brunnenwassers, des Schneewassers, des Myrtenwassers, und verschiedener anderer fliessender Materien sind angestellet worden.

## Siebenzehntes Hauptstück.

## Von den fliessenden Körpern, die gar nicht, oder sehr schwer gefrieren.

Gleichwie fast kein Körper ist, so fest er auch sey, der nicht durch ein heftiges Feuer schmilzt, oder zu Glase wird: so glaube ich auch, daß kein fliessender Körper sey, der nicht durch eine sehr große Kälte, in genauem Verstande fest gemachet, oder in Eiß verwandelt werden könne. Wenn man einmal ein Mittel ausfände, alle Kälte eines großen Raumes in einen Punct zusammen zu bringen, wie man schon die Kunst weis, die Sonnenstralen in einen Brennpunct zu versammeln; wenn man, sage ich, zur Vermehrung der Kälte eine Maschine erfände, deren Wirkung der Wirkung der Brennspiegel, die man zu Vermehrung der Hitze gebrauchet, ähnlich wäre: so zweifele ich nicht, daß man in dieser Art zu so wunderbaren und so erstaunlichen Erfahrungen gelangen würde, als der Brennspiegel des königlichen Palastes verschaffet hat. Unter den Florentinischen Versuchen wird erzählet, daß als man einen Hohlspiegel zu einem Haufen Eiß, der 500 Pfund gewogen, gestellet



(*) Saggi di naturale esperienze, p. clvj.

stellet hat, der Weingeist eines Thermometers, das man in seinen Brennpunct gesetzet, zu fallen angefangen hat. Allein es ist nichts ungewisser, als dieser Versuch, nach dem eigenen Geständnisse derer, die ihn angestellet haben. Auf einem ganz anderen Wege hat uns der Herr von Reaumür (†) alles das wunderbareste und nützlichste vorgetragen, was bisher Fleiß und Kunst in dieser Untersuchung erreichet haben, indem man durch Hülfe der Salze und der daraus gezogenen saueren Geister immer von Grade zu Grade die Kälte eines Eisses vermehret hat, welches Eiß hinwiederum, ein anderes Eiß kälter zu machen dienet, und so fort, ohne zu wissen, wo der Fortgang aufhören wird. Er hat in seinen Versuchen die Verstärkung der Kälte bis auf den 25 Grad seines Thermometers unter dem Puncte des blossen Frostes getrieben.

Ich verstehe also unter den fliessenden Körpern, welche nicht gefrieren, nur solche die nicht anders als sehr schwer gefrieren, oder welche man bey uns auch in den härtesten Wintern nicht hat gefroren gesehen.

Die geistigen fliessenden Materien, derer Theile sehr dünne, sehr leicht, und von der subtilen Materie sehr umringet sind, gehören in diese Anzahl. Denn die Bewegung der subtilen Materie muß in ihnen fast eben so stark seyn, als aussen; und ihre Leichte nebst ihrer behenden Ausdünstung beweist solches auf eine sinnliche Art. Eben deswegen verliert die subtile Materie in diesen fliessenden Körpern von ihrer Bewegung weniger, als in den andern, wenn die äussere subtile Materie geschwächet wird. Zum Exempel, indessen daß, nach der Theorie und der Rechnung des siebenten Hauptstückes, die Verminderung der Geschwindigkeit der äusseren subtilen Materie um 1 Grad, in der Geschwindigkeit der innern subtilen Materie in dem Wasser eine Verminderung um 6 Grad verursachet, wird dieselbe bey der subtilen Materie im Weingeiste vielleicht nur

(†) Mém. de l' Ac. des Sc. 1734.

nur eine Verminderung um 2 Grad hervorbringen; und überdieses an statt dieser Reihe 6, 12, 24, 48 u. s. f. nach welcher die Verminderungen bey der subtilen Materie im Wasser von einer Minute zur andern geschehen könnten, würden solche bey der subtilen Materie im Weingeiste vielleicht nur nach dieser Reihe 2, 3, 4½, 6¾ u. s. f. sich richten. Folglich, wenn die Geschwindigkeit der subtilen Materie im Wasser um 90 Grad abgenommen hat, so wird sie bey der im Weingeiste nur, zum Exempel, um 16 Grad abgenommen haben; und wenn man die Bewegung dieser letzteren anfangs vor ihrer Schwächung um 100 Grad stärker setzet, als die Bewegung der subtilen Materie im Wasser, so würden ihr, nach dieser Verminderung, doch noch fast 84 Grad Geschwindigkeit übrig bleiben, um welche sie die Geschwindigkeit der subtilen Materie im Wasser, ehe solche noch vermindert worden, überträfe. Man kann also denken, wie sehr, nach dieser Hypothese, die Kälte, bey welcher das Wasser gefriert, verstärket werden müsse, ehe der Weingeist davon gefrieren kann. Man saget, daß er zum Theile in der größten Kälte 1709 an einigen Orten gefroren sey: aber der Weingeist, dem dieses wiederfahren ist, muß nicht sehr rectificiert gewesen seyn. Denn in einem von meinen Wettergläsern, das in der strengsten Kälte desselben Jahres in der freyen Luft war stehen blieben, hat sich niemals die geringste Spur von Eisse gezeiget: obgleich in dem Lande, wo ich damals war, die Kälte so groß war, daß der Weingeist dieses Wetterglases sich fast ganz in die Kugel zog. (*)

 Wenn

(*) Es war ein kleines Amontonsisches Thermometer, zu Beziers in Nieder-Languedoc, wo ich 1716 wohnete, als dieses ist geschrieben worden. Nach dem Thermometer des Herren von Reaumür beträgt dieses, wenn die Reduction gehörig gemachet wird, ein wenig mehr als 12 Grad unter dem Puncte des gefrierenden Wassers; indessen ist die Kälte zu Paris in eben dem Jahre 1709 ungefähr auf 14¾ Grad gekommen.

Wenn Wein, Brandwein, oder ein andrer geistiger fliessender Körper gefriert, so gefriert er nicht ganz durch, sondern man findet fast allezeit in der Mitte des Gefässes, oder des Stückes Eiß, seinen subtilesten Theil beysammen, der seine Flüßigkeit nicht verloren hat. Also kann man auf diese Weise, und ohne weiter etwas zu thun, als ein Gefäß voll Wein einem starken Froste auszusetzen, ziemlich guten Brandwein machen; welches von ungefähr mehr als einmal geschehen ist, und durch die Erfahrung, so oft man will, bestätiget werden kann. Der Grund hievon ist leicht zu begreifen. Weil das Gefrieren eines fliessenden Körpers allezeit an seinem äussersten und seiner Oberfläche, und von seiner wässerigsten und am wenigsten flüßigen Theilen anfängt: so muß in ihm eine Art von Zusammenziehung vorgehen, wodurch diejenigen Theile immerzu nach dem Mittelpuncte getrieben werden, welche am flüßigsten sind, am schweresten gefrieren, und also am geschicktesten sind, zwischen den Theilchen des Eisses, die sich bey der Oberfläche mit einander verbinden, zu entwischen. Es bleibt auch hernach der gefrorne Theil dieser fliessenden Materie fast allemal ohne Geschmack und ohne Kraft, fast so wie das gemeine Wasser. Und wann sie so schnell und in einer so strengen Kälte gefroren sind, daß zu dieser Absonderung und Auskochung der Theile keine Zeit gewesen ist: so ist das Eiß, welches daraus geworden ist, weder dicht noch gleichförmig, und ist manchmal halb geschmolzenem Schnee ähnlicher.

Ich glaube nicht, um dieses nur im Vorbeygehen zu sagen, daß man eine andre Erklärung für diejenige Erfahrung suchen dürfe, die Bellini für so wunderbar und zur Erkenntniß des Eyes so nützlich hält, und die er in Gestalt einer Aufgabe oder einer Ausforderung allen der Anatomie und Mechanik kundigen vorträgt. (*) Es ist die Rede von dem Theilchen des

(*) Observatum mille de nominibus singulare, & ad mille pertinet - - - Oh autem vos, quicunque estis cum re Anatomica & Physico-Mechanica versati, exponite mihi problema hoc: Qua nempe ratione &c. *Laur. Bellini* Opusc. Pr. 4. de motu cordis.

des Eyes, welches man auf der Oberfläche der Dotter sieht, und das Auge, das Junge, oder eigentlicher das Närbchen nennet. Es ist eine ausgemachte Sache, daß man in einem hart gesottenen Eye, wenn man es mitten durch die Dotter zerschneidet, das Närbchen nicht mehr auf der Oberfläche, sondern in dem Mittelpuncte findet, und daß es zum Theile flüßig ist, oder mit einer kleinen Kugelrunden leeren Höhlung erscheint, welche zu verstehen giebt, daß sein subtilester Theil verflogen ist, indem das übrige des Eyes hart geworden. Ich halte nicht dafür, sage ich, daß diese Wirkung eine nähere Ursache habe, als die ich nur erst gesaget, und die den Weingeist in den Mittelpunct des Gefässes, darinne der Wein gefroren ist, versammelt. Ein Ey ist ein Ganzes, das aus verschiedenen Theilen besteht, derer einige flüßiger sind, als die andern, oder geschickter ihre Flüßigkeit lange zu erhalten; und das Bischen Saft, welches in dem Närbchen enthalten ist, wird, wie eben dieser Versuch zeiget, am schweresten hart. Es muß also nothwendig verjaget werden, und fliehen, und sich nach dem Mittelpuncte, nach dem annoch flüßigen, und weniger widerstehenden Theile ziehen, je mehr die äussern Theile sich verdichten, verhärten, und es pressen; wozu noch überdieses das Häutchen viel beyträgt, worinnen es liegt, und wodurch es gehindert wird zu entwischen, oder nach den Seiten auszudünsten.

Es giebt Oele, die man fast niemals gefrieren sieht, zum Exempel das Terpenthinöl, und gewisse chymische Oele, die meistens in das Geschlecht der geistigen fliessenden Körper gehören, welche von der subtilen Materie ganz durchdrungen sind.

Die fetten Oele gestehen nicht nur sehr leicht, sondern sie sind auch überdieß solche fliessende Körper, die aus Theilen von so verschiedener Art gewebet und zusammengesetzet sind, daß einige dieser Theile in einer viel geringern Kälte und viel eher gestehen als die anderen. Baumöl, welches gefroren war, und welches, nachdem ichs wiederum hatte zergehen lassen,

sen, gelb und scheinend, wie ein Topas, geblieben war, ward in der freyen Luft zu einer Zeit und an einem Orte, wo das Thermometer bald auf dem Puncte der gemäßigten Wärme in dem Keller des Observatoriens, bald vier oder fünf Grad tiefer stund, binnen etlichen Stunden trübe, undurchsichtig und weißlicht, und blieb vierzehn Tage bis drey Wochen in diesem Zustande, ohne doch überhaupt alle seine Flüßigkeit zu verlieren, bis es in einem darauf einfallenden Froste endlich ganz gestund. Dieses kann ich auf nichts anders schieben, als auf die Unähnlichkeit der Theile.

Man hat wahrgenommen, daß die meisten Oele, so wohl die fetten, als die destillierten, von der Kälte desto schwerer gestehen, je älter sie sind: (*) weil alsdenn, ohne Zweifel, alle diese ungleichartige Theile Zeit gehabt haben, sich zu zertheilen, einander subtiler zu machen, und sich inniger mit einander zu vermischen.

Unter allen fetten Oelen, die mir bekannt sind, gefriert oder gesteht das Baumöl am leichtesten, und von der gelindesten Kälte. Wenn Mohnöl, welches ihm ähnlich aussieht, aber schwerlich gefriert, darunter gemischet wird: so machen sie mit einander ein Gemische, das man fast unmöglich von dem reinen Baumöle unterscheiden kann. Es geschieht auch nur gar zu oft in den Ländern, wo das Baumöl selten und theuer ist, daß die Kaufleute diesen Betrug ausüben. Die beste Weise, solchen zu entdecken ist, daß man dieses Oel ins kalte setzet, oder es durch Kunst gefrieren läßt. Das Baumöl gefriert, das andere Oel sondert sich davon ab, und behält seine Flüßigkeit.

Indessen hat doch auch das Baumöl Theile, ob schon in geringer Menge, welche nicht gefrieren, und sich in den Mittelpunct des Gefässes zusammen ziehen, wenn solches voll und etwas groß ist, eben wie der Weingeist von dem wir oben geredet haben. Einige Uhrmacher bedienen sich dieses **concentrierten Oeles**, die Zapfen ihrer Taschenuhren und Pendel-

(*) M. *Geoffroy*. Mémoir. de l'Ac. de Sc. 1728.

Pendeluhren darein zu setzen: aber ich halte den Nutzen von dieser Gewohnheit für sehr zweifelhaft, woferne die Flüßigkeit dieses Oeles, wie es sehr wahrscheinlich ist, hauptsächlich von seinem wässerigen Theile herrühret, der sehr viel von den Salzen der Pflanze in sich hat, als welche sich zusammen darein begeben haben. Denn überhaupt, und unbeschadet dessen, was von den salzigen Ausdünstungen, die in der Luft empor steigen, im achten Hauptstücke ist gesaget worden, verhindern die Salze das Gefrieren der fliessenden Körper, mit denen sie vermischt sind, wie solches an seinem Orte soll erkläret werden. Diese Salze aber können das Metall der Zapfen von den Rädern anfressen, und der Maschine zu großem Schaden gereichen.

Der Salpetergeist, und die meisten Scheidewasser gefrieren nicht, obschon ihre Bestandtheile, ohne Zweifel, weder so zart sind, als die Theile des Weingeistes, noch so geschmeidig, als die Theile der Oele, welche nicht gestehen. Sie sind aber so schneidend, daß sie vermuthlich den Spitzen geschliffener und scharfer Lanzetten ähnlich sind, die einander natürlich getrennet und in Bewegung erhalten müssen, weil sie sich nach Art der Keile, beständig diejenigen aus einander zu treiben bestreben, die zunächst bey ihnen sich mit einander zu verbinden im Begriffe sind.

Was das Queckfilber betrift, so ist es ganz gewiß, daß es niemals gefriert: Gleichwohl müssen seine Theile sehr schwer, und vielleicht sehr hart und sehr dicht seyn. Aber eben diese Härte muß sie desto fähiger machen, eine vollkommnere Politur an zunehmen; und weil hierzu bey ihnen noch dieses kömmt, daß sie sehr rund, und sehr klein sind, weswegen sie auch durch die engsten Oeffnungen durchgehen können: so kann ihre Schwere nichts ausrichten, sondern die subtile Materie behält Freyheit genug, sie immer in Bewegung zu erhalten.

Acht-

# Achtzehntes Hauptstück.

## Von dem Gerinnen.

Durch das Gerinnen versteht man eine Verdickung, welche gewisse Körper leiden, ohne daß sie von denen Theilen, die ihre Flüßigkeit macheten, etwas merkliches verlieren.

Die fliessenden Körper, welche dieser Veränderung fähig sind, verdienen hier eine besondere Aufmerksamkeit. Es sind solche, die, wie andere von einer strengen Kälte gefrieren, die aber überdieß auch theils von einer starken oder gelindern Wärme, theils von einer mittelmäßigen Kälte gestehen und gerinnen. Das Weisse des Eyes ist von der ersten Art; das Blut von der andern; und das Gelbe des Eyes hat, wenn ich nicht irre, etwas von beyden Arten. Diese fliessenden Materien sind sehr zusammengesetzt, oder sind vielmehr nichts anders, als höchst weiche Körper, an welchen nur eigentlich der wäßrige oder lymphatische Theil, der sie durchdrungen hat, die Natur eines fliessenden Körpers behält, die wir zu Anfange dieser Abhandlung beschrieben haben.

Ihre eigenen Theile, oder ihre Bestandtheile, sind sehr grob, und schwimmen in einem schlüpfrigen Safte, der alle ihre Flüßigkeit machet, oder in besagter lymphatischen Feuchtigkeit, die viel zärter ist, als sie. Aus dieser Vermischung entsteht eine dem Gefrieren ähnliche Wirkung, welche auch eine ähnliche Ursache hat, ob sie gleich eine ganz entgegengesetzte zu seyn scheint. Denn da sonst allezeit die Kälte, oder die Verminderung der Bewegung der subtilen Materie oder des Feuers das Gefrieren verursachet: so ist hier zuweilen das Feuer selbst und die Verstärkung der Bewegung der inneren subtilen Materie die Ursache des Gerinnens. Allein weil das Fliessende, darinne die Bestandtheile der vom Feuer gerinnenden Materien schwim-

schwimmen, ihre Flüßigkeit machet, gleichwie die subtile Materie die Flüßigkeit des Wassers, und selbst dieses nur erst gedachten Fliessenden machete: so ist es klar, daß das Feuer, indem es dieses Fliessende aus ihren Zwischenräumchen eben so verjaget, oder zum Ausdünsten bringt, wie die Kälte ein Theil der subtilen Materie aus dem Wasser heraus treibt, so ist es, sage ich, klar, daß das Feuer das Gerinnen durch eben die Mechanik zuwege bringt, durch welche die Kälte das Eiß hervorbringt. Und was diejenigen mehr oder weniger zusammengesetzten Materien anlanget, welche von einer mittelmäßigen Kälte gerinnen, die weit gelinder ist, als diejenige von der das Wasser gefriert, so ist es offenbar, daß dieses schleunige Gerinnen nur dem gallerthaften oder ästigen Theile zu zuschreiben ist, womit ihre gröbsten Theile vermischt sind. Das Gefrorene an den Speisen, die Säfte von Früchten oder vom Fleische der Thiere, welche am langsamsten gestehen, sind eben die, in welchen der wäßrige Theil, den sie in sich halten, oder den man darunter gemischet hat, in größrer Menge befindlich ist.

Die Grobheit, die ich den Bestandtheilen einiger gerinnenden Materie zuschreibe, und die wäßrige Feuchtigkeit, darinne ich gesaget habe, daß sie schwimmen, beruhen nicht auf blossen Muthmassungen. Man sieht diese Theile und diese Feuchtigkeit durch Vergrößerungsgläser; man sieht das Blut, zum Exempel in den Adern der Floßfedern eines Fisches, oder in den Häutchen eines andern Thiers, als kleine Körner von einer mehr oder weniger braunrothen Farbe fliessen, und erkennet, daß sie von einem ein wenig gelblichten aber klaren und durchsichtigen Wasser mit fortgerissen werden. **Leeuwenhoek** hat die Figur dieser Körner deutlich gesehen, ihre Größe bestimmet, und sich durch seine Geschicklichkeit, durchdringende Einsicht, und Unermüdlichkeit in diesen Untersuchungen viel Ruhm erworben. Der rothe Theil des menschlichen Blutes besteht in einer unendlichen Menge von Kügelchen,

gelchen, welche, nach seinen Wahrnehmungen, fünf und zwanzig tausend mal kleiner sind, als ein ordentliches Sandkörnchen, und also noch hundert mal größer, als gewisse Thierchen, die man durch Vergrößerungsgläser entdecket. Jedes Kügelchen ist aus sechs andern zusammen gesetzet, jedes drehet sich um seinen Mittelpunct; sie sind weichlich, biegsam, und schwer, (*) viel schwerer als das Salzwasser, von welchem sie fortgestossen werden, obgleich dieses Salzwasser schwerer ist, als das Brunnenwasser, welches unter den Wassern am schwerersten ist. (†) Vermöge der Biegsamkeit und Weiche der sechs kleineren Kügelchen ist das ganze Kügelchen aus ihnen zusammengesetzet, nicht wie eine Johannistraube aus sechs Beeren, die einander nur in einem Puncte berühreten, sondern wie eine völlige Kugel, deren Fläche ganz eben ist, ausgenommen, daß nur da, wo die sechs Kügelchen an einander gedruckt sind, ihre Berührung eben so viel vierseitige krummlinichte Figuren machet, die von einer wunderns-würdigen Gleichheit und Regelmäßigkeit sind. (**) Von ihrer gemeinen Schwere aber kömmt es, daß so bald das Blut aus der Ader heraus ist, und das Salzwasser, darinne seine Kügelchen schwimmen, ein wenig kalt geworden ist, und seine Bewegung verloren hat, sie auf den Boden des Gefässes niederfallen, sich setzen, einander vermöge ihres Gewichtes platt zusammendrücken, und dasjenige subtilere Flüßige über sich lassen, welches ihnen zum Theile die verschiedenen Bewegungen, die in ihnen waren, gegeben hatte.

Man denke hier zurück an den Haufen Sand oder Staub, den wir uns, bey der Erklärung der flüßigen und der fliessenden Körper, in einem Gefässe voll siedenden Wassers eingebildet

(*) Observations de Leeuwenhoek (Arcana nat. det.) sur le sang, le lait, le Sel, &c. traduites & rassemblées par M. *Mesmin.*

(†) Th. Schwencke Haematologia, sive sanguinis historia &c.

(**) Man sehe Herrn Georg Martins Versuch einer Auflösung des menschlichen Blutes in dem 2 Theile der Medicinischen Versuche der Edenburgischen Gesellschaft.

bildet hatten. Durch starkes Sieden fliegt das Wasser in Dünsten davon; und das ist eine Art, auf welche dieses Ganze seine Flüßigkeit verlieren konnte. Wenn aber auch das Gefäß nur vom Feuer weggenommen wird: so wird das Wasser, welches die Sandkörner unter einander rührete, kalt, und ruhig, und der Sand fällt zu Boden; und das ist die andere Art, auf welche dieses Ganze aufhören konnte, fliessend zu seyn. Eben das, nicht mehr und nicht weniger wiederfähret solchen zusammengesetzten Materien, dergleichen das Blut ist, wenn sie von der Kälte gerinnen; ausser nur daß ihre Bestandtheile, wie sie weich und biegsam, und überdieß von einem leimigen Safte durchnetzt sind, platt werden, sich an einander kleben, und einen weichen Körper ausmachen, da hingegen die Sandkörner, welche hart und trocken sind, allein nichts weiter als einen flüßigen Körper machen würden. Wenn aber das Wasser, einen ähnlichen Saft, der in den Sandkörnern enthalten wäre, aufgelöset hätte: so würde hernach ihre Versammlung ein wirkliches Gerinnen, oder, mit einem allgemeineren Namen, eine **Zusammenwachsung** seyn, die derjenigen vollkommen ähnlich wäre, welche man in gewissen Höhlen wahrnimmt, wo das herab tröpfelnde Wasser sich in Stein zu verwandeln scheint.

Die Milch, die nichts anders ist als ein noch unvollkommenes Blut, ist auch aller Zufälle des Blutes in Ansehung des Gerinnens, auch ganz ähnlichen Ursachen, mehr oder weniger fähig.

Der im Wasser geweichte oder gelöschte Kalk gerinnt fast eben so, aber er wird viel härter, wenn er an der Luft liegt. Der Gyps thut fast eben das, und seine Verhärtung geschieht noch geschwinder. Uebrigens ist es so leicht, unsre Theorie bey allen diesen Erscheinungen anzuwenden, daß wir uns damit nicht länger aufhalten dürfen.

Wir haben auch schon zu Anfange dieses Hauptstückes zu verstehen gegeben, daß alle die fliessenden Körper, welche entweder am Feuer, oder an der Luft und in der Son-

ne, oder von einer mäßigen Kälte gerinnen, nachdem sie geronnen sind, in großer Kälte gefrieren, so hart wie Eiß werden, ja ein wirkliches Eiß machen, gleichwie auch alle weiche Körper thun, die mit wässeriger Feuchtigkeit in genugsamer Menge durchnetzet sind.

Ich will nichts von der Art des Gerinnens oder der Verdickung gedenken, welche erfolget, wenn gewisse fliessende Körper mit andern Körpern vermischet werden. Denn das würde uns zu allzugroßer Weitläuftigkeit verleiten, und dabey glaube ich nicht einmal, daß diese Arten des Gerinnens mit der Sache, die ich jetzo abhandele, viel Verwandschaft haben. Zum Exempel, wenn man in die Adern eines Thieres etwas Saueres gegossen hat, so gesteht und gerinnet sein Blut. Vermuthlich geschieht dieses weder durch die Austreibung der subtilen Materie, oder des Wassers, darinne die Kügelchen des Blutes schwimmen, noch durch eine Absonderung der Theile des Blutes von einander; sondern kömmt nur daher, weil die Spitzen des Sauern in diese Kügelchen dringen, und aus ihnen überall hervorragen, so daß sie den Marronen, die noch ihre äussersten Schalen haben, ähnlich sind, und sich in dieser Gestalt weder um ihren Mittelpunct mehr herumdrehen, noch über einander so wie zuvor weg gleiten können.

Dieser allgemeine Begriff von dem Unterschiede unter dem Gefrieren, dem Gerinnen, und den Zusammenwachsungen, nach der verschiedenen Beschaffenheit der fliessenden Materien, darinne sie geschehen, ist, wo ich nicht irre, hinlänglich zu zeigen, daß sie so ausserordentlich sie auch zu seyn scheinen mögen, doch nicht von der Theorie abgehen, die ich in diesem ersten Theile meines Werkes fest setze. Ich hoffe, daß die Zusammenstimmung meiner Gründe in dem andern Theile nicht weniger bestehen wird, wo ihre besondere Anwendung zur Erklärung der vornehmsten Erscheinungen des Eisses aus Wasser vorkömmt, als an welche ich mich von nun an allein halten werde.

Andrer

# Andrer Theil.

## Von den vornehmsten Erscheinungen bey dem Eisse.

Um eine Ordnung in dem Vortrage dieser Erscheinungen zu halten, will ich das eigentlich so genannte Eiß, das Eiß aus Wasser, betrachten.

1. In seinem Anfange, und in dem ganzen Verfolge seiner Entstehung;

2. In Beziehung seiner Entstehung auf den Zustand und die Umstände, darinne sich das gefrierende Wasser befindet;

3. In seiner Vollkommenheit, oder wenn es nicht mehr zunimmt;

4. In seinem Schmelzen, und in dem Thauwetter;

5. Und endlich in seiner künstlichen Erzeugung durch Hülfe der Salze.

Und da jeder von diesen Puncten eine Menge besonderer Untersuchungen, Wahrnehmungen und Versuche an die Hand giebt: so will ich diesen andern Theil in eben so viel Abschnitte theilen.

* * * * * * * * * * * * * * * * *

# Erster Abschnitt.

## Von den Erscheinungen bey dem Eisse in seinem Anfange, und in dem ganzen Verfolge seiner Entstehung.

### Erstes Hauptstück.

### Von dem ersten Faden des Eisses.

Das Wasser fängt bey seiner Oberfläche in Faden an zu gefrieren. Diese Faden berühren ordentlich mit dem

einen Ende den Rand des Gefässes, darinnen es stehet. Sie sind gegen diese Seiten verschiedentlich geneigt, oder machen mit ihnen verschiedene Winkel, selten aber einen rechten Winkel. Mit diesen Faden verknüpfen sich andere, die auch mit ihnen verschiedene Winkel machen, und mit diesen wiederum andere, und so fort, bis sie zusammen das erste Gewebe des Eisses machen, welches hernach immer dichter wird, nachdem die Kälte anhält oder zunimmt. Wir wollen die Ursachen von diesen Erscheinungen sehen, und erstlich, warum das Eiß mit Faden anfängt.

Kein Körper in der Natur ist so gleichförmig, daß er nicht einigermaßen unterbrochene oder ungleiche Theile hätte. So gleich eine Saite in ihrer ganzen Länge zu seyn scheint, so ist sie doch allemal, physicalisch zu reden, an einem Orte schwächer, als an den anderen, wo sie auch zerrissen wird, wenn man sie zu sehr spannet. Die fliessenden Körper sind von diesem allgemeinen Gesetze nicht ausgenommen. Sie haben, ohne Zweifel, unter ihren Bestandtheilen einige, die größer, weniger poliert, oder mehr an einander gedrückt sind, als die anderen. Nun ist es aus der Erklärung, die ich von der Entstehung des Eisses gegeben habe, offenbar, daß in eben diesen Theilen zuerst ihre Flüßigkeit vergehen, oder das Gefrieren anfangen muß. Ein Häufchen solcher Theile, die weniger beweglich, rauher, oder näher bey einander sind, machet das erste Stückchen Eiß; ist dieses fertig, so müssen sich die benachbarten Theile an dasselbe anhenken, und eher als die entfernten gefrieren, weil es ihnen etwas von seiner Kälte mittheilet. Wie aber diese Mittheilung geschehe, stelle ich mir auf folgende Art vor.

Je näher die Bestandtheile eines fliessenden Körpers dem Gefrieren sind, je dichter sie sind, und je schwerer sie sich bewegen lassen, desto mehr Schwierigkeit findet die subtile Materie, sie von einander zu bringen, und zwischen ihnen durch zu fliessen. Aber wenn endlich diese Theile sich einmal an einander geschlossen haben, und fest neben einander in einer-

ley Lage beharren: so sind die Wege zwar enger worden, aber sie verändern sich doch nicht mehr, sie werden nicht mehr unterbrochen, und die subtile Materie kann in dem Laufe, den sie einmal zwischen ihnen und durch ihre Oeffnungen genommen hat, ungehindert zu fliessen fortfahren. Denn es setzet sich ihr nichts mehr in den Weg, welches zuvor alle Augenblicke geschahe, da die Bestandtheile des fliessenden Körpers, ehe er gefror, nach allen Gegenden beweget wurden. Es muß also die subtile Materie aus den Theilen des um ein Stückchen Eiß herum liegenden Wassers, zwischen denen sie mehr Schwierigkeit hat sich zu bewegen, entweichen und in die kleinen Canäle des Eißstückchens übergehen; weil sie dort überall Anstoß, hier aber weniger Widerstand und mehr Bequemlichkeit findet, ihre Bewegung fortzusetzen. Denn es ist, wie wir schon angemerkt haben, ein unverbrüchliches Gesetz, daß ein fliessender oder anderer Körper, der von allen Seiten gedrückt wird, nach derjenigen Seite ausweicht, wo er am wenigsten gedrückt wird. Lasset uns nun gedenken, daß diese benachbarten Theile des Wassers zusammen kommen, und ein anderes Stückchen Eiß machen, welches sich an das erste henket: so wird aus ihrer Verbindung eine Länge entstehen, nach welcher die subtile Materie längere Canäle vor sich finden wird, darinne sie folglich leichter ihre Bewegung fortsetzen kann, als sie zuvor in einem einzigen thun konnte. Deswegen werden sich an diese bald mehr nach gleicher Richtung ansetzen, und an diese noch andere; und das wird diese kleine Kette oder diese Fäden geben, von denen man allezeit das Eiß sich anfangen sieht, wenn man genau darauf acht giebt.

Sind einmal die beyden ersten Eißstückchen entstanden, so hat es keine Schwierigkeit, warum sich ihrer nicht mehr, immer eines gerade hinter dem andern, an die ersten ansetzen sollten: Aber man sollte denken, es müßten gleich anfangs viele auf einmal um das erste herum entstehen, so daß sie eben so viele Stralen vorstelleten, die das erste Stückchen Eiß zu ihrem Mittelpuncte oder Kerne hätten. Auf solche Weise

würden allemal Knäuel von Eisse entstehen, und keine Faden; und das sieht man auch in der That bey denen fliessenden Materien, von denen man Ursache hat zu glauben, daß ihre Bestandtheile rund, oder würflig, oder gar hakig und ästig sind. Es ist demnach natürlich zu glauben, daß die Bestandtheile des Wassers länglicht sind, so wie man die Figuren der Bestandtheile der Salze aus ihrem Anschiessen muthmaßet. Es ist klar, daß ein Bündel von ein paar Dutzend Stangen Siegellack, zum Exempel, oder Spindeln, der Luft den Durchgang der Länge nach besser als querdurch verstattet. Eben so müßten die ersten Eißstückchen, die nichts anders sind, als solche Bündel im kleinen, ihrer Länge nach mehr Oeffnung für die subtile Materie lassen, als nach ihrer Breite, und sich daher vielmehr gerade hinter einander, als in andern Lagen, zusammenfügen.

Die ersten Faden des Eisses liegen horizontal auf der Oberfläche des Wassers, weil die Oberfläche der Kälte mehr ausgesetzet ist, als das Innere, und weil nach der Erklärung, die ich von der Entstehung des Eisses überhaupt gegeben habe, das Gefrieren in den äussersten Theilen des fliessenden Körpers anfangen muß; ja überdieses, weil diese Faden, sie mögen auch sonst entstehen, wo sie wollen, wenn das Gefrieren nicht sehr schnell geschieht, Zeit haben sich nach der Oberfläche zu erheben, immaßen sie leichter sind, als gleich große Stücke Wasser, wie ich dieses in einem der folgenden Hauptstücke beweisen werde. Daher kömmt es, daß wenn diese Faden auf einer Seite ein wenig plätter und schärfer sind, als auf der andern, wie zum Exempel die Klingen der Federmesser, der Rücken der Klinge allemal in die Höhe und die Schneide niederwärts gekehret ist, und daß dieser Rücken der Klinge eine Art eines stumpfen Grades machet, der ein wenig über die Oberfläche des Wassers hervor raget.

Diese ersten Faden setzen sich ordentlich mit dem einen Ende an das Gefässe an, wovon ich schon oben die Ursache angezeiget habe, weil nämlich das Gefrieren eher bey den äusser-

äussersten Theilen, und folglich an den dünnesten Orten, seinen Anfang nehmen muß, als an denen Orten, wo eine größere Dicke von Wasser zu durchdringen ist. Denn gleichwie die Oberfläche derjenige Theil des fliessenden Körpers ist, der am meisten der Kälte ausgesetzet ist: so ist hinwiederum an ihr der Rand, welcher zu nächst des Gefässes liegt, am leichtesten von der Kälte zu durchdringen; zu geschweigen, daß hier das Wasser allezeit weniger Bewegung behält, als an irgends einem andern Orte, wegen seines Anhängens an dem Gefässe.

Doch ich finde noch eine Ursache hievon, und behaupte, wenn auch die Faden in der Mitte der Oberfläche entstünden, so würden sie bald von sich selbst nach der Seite der meisten Gefässe, worinne man diese Versuche anzustellen pflegt, gehen, und sich da anhenken. Dieses zu beweisen, setze ich voraus, daß man von der ziemlich wundersamen Erscheinung, die in einigen physicalischen Schriften (*) ist beschrieben worden, einen Begriff habe. Nämlich jeder Körper, welcher auf dem Wasser schwimmet, welcher leichtlich naß wird, oder an welchen sich das Wasser leichtlich anleget, wenn er an einen Ort der Oberfläche, an welchen man will, gesetzet wird, fährt allemal an das Gefäß an, worinne das Wasser steht, wofern dieses Gefäß selbst von dem Wasser naß wird, und nicht ganz voll ist. Hingegen würde sich eben dieser Körper allemal von dem Gefässe hinweg, und nach der Mitte der Oberfläche des Wassers begeben, wenn das Gefäß inwendig mit Oele, Unschlitte, oder sonst einer solchen Materie, die sich mit dem Wasser schwerlich vereiniget, bestrichen wäre. Es ist also klar, daß an welchem Orte der Oberfläche des Wassers die ersten Faden des Eisses auch entstehen mögen, sie sich doch dem Gefässe nähern und daran legen müssen. Und dieser andere Grund ist so wesentlich, daß so bald er nicht mehr statt findet, auch die Wirkung aufhöret, obgleich der erste Grund noch vorhanden ist. Denn ich habe oft gesehen,



(*) *Mariotte*, Mouvem. des Eaux, p. 119. *Fr. Bayle* Phys. general. part. 1. disp. 7. prop. 21. probl. 8.

daß von den ersten Eißfaden, die mitten auf dem Wasser in einem Gefässe, dessen inwendige Seite mit einer Fettigkeit geschmieret war, schwammen, einige, die in der Mitte entstunden, auch daselbst stehen blieben, andere aber, die an dem Gefässe entstunden, sich davon los macheten, und nach der Mitte giengen, so bald sie eine gewisse Größe erreichet hatten. Füllet man das Gefäß bis über den Rand, so daß das Wasser eine oder zwo Linien höher ist, so geht ein naß werdender Körper, den man darauf schwimmen läßt, allezeit nach der Mitte der Oberfläche, eben so als wenn das Gefäß nicht voll, und inwendig mit Oele oder Unschlitte bestrichen wäre. Denn in allen beyden Fällen ist die Oberfläche des Wassers an dem Rande gleich erhaben. Allein in Ansehung der Eißfaden ist diese Wirkung nicht immer einerley; diejenigen die in der Mitte entstehen, bleiben auf ihrer Stelle, aber die am Rande gehen nicht vom Rande weg nach der Mitte, sonderlich wenn das Gefäß von Glas oder von einer andern harten Materie ist. Das kömmt daher, weil die subtile Materie, welche in die Oeffnungen des Glases und des am Glase schon entstandenen Eißfadens fährt, sich darinne fast auf gleiche Art beweget; da hingegen, weil das Fett oder das Oel Oeffnungen und Zwischenräumchen von ganz anderer Figur hat, als das Glas, die subtile Materie sich aus dem einen in die andern nicht gleichförmig bewegen kann; und vielleicht stossen die Theile der subtilen Materie darinnen einander beyderseits zurück, auf eben die Weise, wie man glaubt, daß dieses geschieht, wenn zween Magnete mit den gleichnamigen Polen gegen einander gestellet werden.

Diese inneren oder äusseren Bewegungen eines subtilen Flüßigen, in Ansehung aller Körper oder Körperchen, und diese Art von Atmosphären, welche dieses Flüßige um sie herum machet, und welche einige Körper von sich stossen, an andre aber sich anhenken, dürfen uns nicht befremden, so hypothetisch sie auch zu seyn scheinen; sie werden von den geschicktesten Naturforschern eingeräumet, und vornehmlich von

denen,

denen, die sich durch so zahlreiche als feine Versuche sehr berühmt gemachet haben. (*) Tausend Erscheinungen entdecken ihre Wirklichkeit, die wir aber hier nur anzunehmen uns müssen genügen lassen.

## Anderes Hauptstück.

### Wie die Faden des Eisses sich an die Gefässe und an einander selbst anlegen, und von den Figuren, die daraus entstehen.

Die ersten Eißfaden haben verschiedene Neigungen gegen die Seiten des Gefässes, oder machen mit ihnen verschiedene Winkel, und selten einen rechten; so daß sie, wenn das Gefäß rund ist, wie ein Becher zum Exempel, Stücke von Sehnen eines Zirkels, und nicht von Diametern, vorstellen. Hiervon ist der erste Grund, der sich dem Verstande gleich anbietet, dieser, daß, da der rechte Winkel ein einziger ist, und die andern alle unendlich verändert werden können, ohne daß sie aufhören, stumpf oder spitzig zu seyn, von vielen Nadeln, die ungefähr auf einen Zirkel geworfen werden, die meisten mit den Tangenten derjenigen Puncte des Umkreises, in denen sie eins von ihren Enden haben, verschiedene spitzige und stumpfe Winkel, die wenigsten aber rechte Winkel machen müssen. Allein wenn dieser Grund statt hätte, so würde es eine viel größere Anzahl von sehr spitzigen Winkeln, und von Faden, die ganz



(*) *Newton*, Opt. l. 2. part. 3. pr. 8. &c. *Boyle*, *de Atmosphaeris corporum consistentium*, ubi ostenditur corpora etiam dura & solida (& nonnulla alia, quæ quis non suspicaretur) emittendis effluviis, adeoque habendis Atmosphæris, apta esse. Unter einer unzähligen Menge Erscheinungen beweisen die bey der Stralenbrechung, und sonderlich bey der Zerbrechung des Lichtes (diffractione) die Wirklichkeit dieser Atmosphären auf eine sinnliche Art, wovon man nachsehen kann die Mém. de l'Acad. des Sc. 1738. p. 53.

an dem Gefässe anlägen, geben, als man ordentlich sieht. Denn ich habe wahrgenommen, daß diese Winkel fast niemals, unter 30 ja gar 60 Graden sind, welchen letztern Winkel die Eißfaden mehr als irgends einen andern zu machen pflegen; welches gewiß viel Aufmerksamkeit (*), verdienet, und wovon wir bald einen oder etliche besondere Articel machen werden.

An diese ersten Faden setzen sich die zweyten, unter verschiedenen Winkeln, aus eben den Gründen, und auf eben die Art, wie die ersten sich an das Gefäß angesetzet hatten. Es ist nur dieses zu merken, daß, wenn von den zweyten Faden einige in der Nähe eines der ersten Faden entstanden sind, sie sich nur deswegen an ihn ansetzen, weil er ihnen näher ist als der Rand des Gefässes. Und vermuthlich setzen sie sich zwischen den Enden oder in den Fugen derjenigen kleinen Bündel der Bestandtheile des Wassers an, welche die Kette oder den Faden ausmachen. Denn an diesen Orten kann die subtile Materie eher durch, als an sonst einem Orte.

An diese zweyten Faden setzen sich noch andere, und so fort, bis ein ganzes Häutchen von Eiß fertig ist. Dessen ungeachtet kann man über die dritten oder vierten Faden selten mehrere wahrnehmen, weil sie so kurz, so klein, und so nahe bey einander sind, daß sie ein fast gleichförmiges Gewebe schon zu Stande gebracht haben, ehe sie noch die Größe erreichet, welche sie haben müßten, wenn sie die Lichtstralen anders brechen sollten, als das Wasser, oder wenn sie sichtbar seyn sollten. (**)

Will

(*) Perrault hatte schon wahrgenommen, daß die Eißfaden sich an die Gefässe unter schiefen Winkeln, und niemals unter rechten, oder unter bey nahe rechten Winkeln ansetzen, wenigstens wenn man aus der Figur urtheilen soll, die er in dem 4ten seiner Essais de Physique p. 330. gegeben hat.

(**) Sehet das 1 Kupfer zu Ende des Buches.

Will man dieses erste Gewebe von Eisse sehen, so muß man Wasser sehr langsam gefrieren lassen, und von Zeit zu Zeit darauf acht geben, und wann das erste Häutchen ungefähr eine halbe Linie dick geworden ist, muß man es an dem Rande des Napfes oder des Gefässes durchstechen, und das darunter befindliche Wasser abgiessen, so daß diese dünne Rinde allein über das Gefäß gespannet bleibe, wie das Gewebe einer Spinne. Ich habe mich meistens eines grossen flachen Gefässes bedienet, welches inwendig eine dunkele Farbe, und am Boden ein oder zwey Löcher hatte. Durch dieses Mittel habe ich die Eißfaden besser unterscheiden können, nachdem ich das Wasser unten ganz bequem, und ohne ihnen Schaden zu thun, abgelassen hatte. Ich muß aber sagen, daß in der Größe, Anzahl, Verbindung und Figur dieser Faden eine erstaunliche Mannichfaltigkeit ist, und daß man schwerlich zwo ähnliche Platten Eiß bekommen wird, so sehr man sich auch darum bemühete. Oft sind es nur so unordentliche Figuren, daß sie uns gar nichts bekanntes vorstellen. Zuweilen haben verschiedene Haufen paralleler Faden eine Aehnlichkeit mit der Zeichnung eines flachen Feldes, worauf sich sonst nichts unterscheiden läßt, als die Züge der Furchen verschiedener Aecker. Hier stellet ein erster Faden, der sehr stark ist, und zu beyden Seiten eine große Menge zweyter Faden hat, die zur Rechten und Linken auf ähnliche Art liegen, eine Feder mit ihren Bärten vor. Dort trägt sichs zu, daß einige Faden, die nicht bis zum Rande des Gefässes haben kommen, noch sich an einen großen Faden anlegen können, sich um einen Mittelpunct herum stellen, und wie Sterne aussehen, oder ein Maltheser Kreuz, mit seinen Zierrathen an den Rändern, oder tausenderley andere Figuren machen, nachdem nun die Umstände es so oder anders veranlasset haben. (*) Aber die Figuren, die am häufigsten zu seyn scheinen, sind

(*) Die Figur der ersten Tafel hält ein Mittel zwischen denen gefrorenen Flächen, die am meisten figuriert sind, und denen, die es am wenigsten sind. Sie ist nach der Natur gezeichnet.

sind die von Stücken der Blätter, auch wohl von ganzen Blättern. Der erste Eißfaden, der ordentlich der stärkeste ist, machet den Stiel des Blattes, die zweyten, die sich mit ihrem einen Ende zur Seite an den ersten setzen, und die dritten, die sich eben so an diese anlegen, stellen die übrigen kleineren Ribben, die Nerven, die Adern, und das Netz vor, das man auf dem Rücken der meisten Blätter sieht. Es fehlet nichts, auch bis auf die Auszackung der Blätter, das nicht daran sehr deutlich, aber allezeit mit großer Mannichfaltigkeit, ausgedrücket wäre; einige Zäckchen sind wie Henkel an den Körben, andere dreyeckicht, und in Gestalt der Sägezähne, wie die Blätter der Nesseln oder der Rosen.

Diese Auszackungen werden von den Rändern und Spitzen der zweyten Faden gemachet, die an einem der ersten hängen; denn die dritten und vierten Faden, welche den Raum zwischen jenen erfüllen, und das Netz vollends ganz machen, fangen sich allemal nahe bey dem Stiele an, wo mehr Eiß ist, und wo die zweyten Faden stärker und enger beysammen sind: und wenn in diesem Zustande diese so gebildeten Blätter sich ein wenig über die Fläche des Wassers erheben, weil sie leichter sind als das Wasser, so werden sie eine Zeitlang von dem ganzen übrigen Häutchen des Eisses, das um sie herum entsteht, unterschieden bleiben. Denn die benachbarten Eißstückchen setzen sich nicht eben so genau mit ihnen in eine horizontale Fläche, daß sie nicht ein wenig höher oder ein wenig tiefer, nach der Verschiedenheit ihrer Größen, zu liegen kämen: aber nachdem das Eiß immer dicker wird, so werden diese Ungleichheiten immer unmerklicher, immaßen sie gegen eine ansehnliche Dicke fast nichts sind, und die Stralenbrechung hernach durchgehends dem Augenscheine nach gleichförmig wird. In dem Verfolge dieser Abhandlung wird man den Grund sehen, warum ich die blättrigen Figuren, die man auf dem Eisse obenhin gezeichnet sieht, besonders vor allen andern erkläret habe. Uebrigens sind unter den platten Stückchen Eiß die

aus-

ausgezacketen so häufig, daß man nicht leichtlich eines loßreissen wird, daran man nicht unten oder zur Seite lauter Zacken, wie kleine Sägen, finden sollte.

## Drittes Hauptstück.

### Von den Luftblasen, die in dem Wasser werden, wenn es anfängt zu gefrieren, und von den verschiedenen Wirkungen, die sie darinne hervorbringen.

Unter den Zufällen, die dem Wasser begegnen, ehe und indem es gefriert, ist einer der merkwürdigsten und sichtbaresten dieser, daß eine große Menge Luft heraus geht.

Das Wasser hat viel Luft in sich. Dieses bestätigen tausend Versuche, und vornehmlich die Entstehung des Eisses. Denn wenn das Wasser nun bald gefrieren will, so kömmt es in eine Art von Sieden, welches die Theile der Luft, die aus ihm herausgehen, oder sich aus seinen Zwischenräumchen los reissen, veranlassen. Diese Luft, die zuvor in eine unendliche Menge kleiner Stückchen zertheilet war, welche durch den ganzen fliessenden Körper gleichförmig zerstreuet waren, sammelt sich, indem diese Stückchen zusammen kommen; und weil sie sich in diesem Zustande an den Orten, wo das Gefrieren angeht, mehr zusammengedrückt befindet, als auf der Seite, wo es später vor sich geht: so begiebt sie sich nach dieser Seite, versammelt sich daselbst von neuen, und machet so sichtbare Blasen, die zuweilen 2 bis 3 Linien im Diameter haben. Denn jede sichtbare nasse Luft, welche vom Wasser umgeben ist, muß eine kugelrunde Figur annehmen, vermöge ihrer ausdehnenden Kraft, die das Wasser auf allen Seiten gleich viel drücket. Die Luftblasen erscheinen ordentlich viel größer in der Mitte und bey der Axe des Gefässes, als an dem Rande und

bey

bey der Oberfläche des Eisses: aber sie sind gemeiniglich in viel größrer Anzahl auf dem Boden und an dem inwendigen Rande des Gefässes, woraus sie zuweilen hervor zu kommen, und woran sie noch mit einem Schwanze zu hängen scheinen, so daß sie die Gestalt von Glastropfen haben, derer Kopf gegen die Axe des Gefässes gekehret wäre. Das geschieht deswegen, weil die Erkältung und das Gefrieren des fliessenden Körpers sich an dem obersten Rande, an der Oberfläche, und an den dünnen Seiten des Gefässes anfangen.

Ich habe manchmal eine große Anzahl Luftblasen an derjenigen Seite des Gefässes, wo das Gefrieren langsamer vor sich gieng, in einem Klümpchen beysammen gesehen. Sie machten gleichsam eine Weintraube, deren Beeren sehr enge an einander lagen.

Wenn das Wasser nicht geschwind gefriert, so hat ein Theil Luftblasen, die allemal leichter als Wasser sind, Zeit genug von dem Boden nach der Oberfläche zu steigen, und sich von dem Wasser los zu machen, wofern nur das Häutchen Eiß noch nicht zu stande ist. Allein wenn das Wasser schnell gefriert, so werden die Oberfläche und der Rand, welche auf einmal und weit einwärts verdichtert werden, den meisten Theil der Luft, die sich in ihren Zwischenräumchen aufhielt, mit Gewalt nach dem Boden und nach der Mitte des Gefässes zusammen drücken und treiben. Nichts destoweniger geht fast noch immer ein wenig Luft heraus, ehe noch die Rinde von Eisse völlig fertig wird; und dieses ist so gar desto sichtbarer, je schleuniger das Gefrieren vor sich geht. Das machet, weil diese Beschleunigung zur Vergrößerung der Luftblasen etwas beyträgt, wodurch sie geschickter werden in die Höhe zu steigen, und den fliessenden Körper unerachtet seiner Verdichterung zu trennen. Also, wenn das Wasser geschwind gefriert, so geht wenig Luft heraus, aber die herausfahrenden Blasen sind größer; und hingegen, wenn es

langsam

langsam gefriert, so geht eine sehr große Anzahl Luftblasen, die aber alle sehr klein sind, aus dem Wasser heraus.

Wir reden hier nur von dem, was gemeiniglich und fast allezeit geschieht, so oft sich die Kunst nicht darein menget. Denn es könnte das Gefrieren so plötzlich vor sich gehen, daß die im Wasser eingeschlossenen Theilchen Luft nicht Zeit hätten, sich loß zu machen, und daß das Eiß uns anfangs und binnen etlichen Stunden keine merkliche Blasen zeigen könnte. Doch werden sie bald hernach entstehen, und immer an der Größe und Anzahl zunehmen; wie wir solches an seinem Orte genauer bemerken werden.

Es giebt in dem Eisse noch andere Luftblasen, die man nur durch ein einfaches oder zusammengesetztes Vergrößerungsglas entdecken kann, und sie sind darinne fast allezeit in sehr großer Menge zerstreuet. Denn nachdem das Wasser, welches nun eben gefrieren will, die ersten Stückchen Luft, woraus die sichtbaren Blasen bestehen, nach der Seite, wo es nicht so dichte ist, getrieben hat: so behält es noch immer viele in sich, die nicht eher zusammengehen, als bis die Verdichterung noch größer wird. Weil aber in diesem letztern Zeitraume die Bestandtheile des fliessenden Körpers viel schwerer zu bewegen sind, und verschiedene schon gar anfangen zu gestehen: so können sich die Theilchen der Luft nicht mehr in so großer Anzahl versammeln, indem sie nicht mehr so weit gehen können, andere ihres gleichen zu sich zu nehmen, und sich dadurch zu vergrößern; demnach müssen sie überall nur kleine Kügelchen machen, die nicht in die Augen fallen.

Läßt man Wasser in einem tiefen und engen Gefässe gefrieren, zum Exempel in einem cylindrischen, das zwey bis drey mal so hoch, als weit, ist: so ist ordentlich der bey der Axe und am Boden versammelten Luft eine so große Menge, daß sie die Kraft hat, nicht allein wieder empor zu kommen, sondern auch gar die erste Scheibe von Eisse, welche auf dem Wasser entstanden ist, in der Mitte zu zerbrechen. Diese

Bestrebung der Luft ist es eben, wovon die Oberfläche des Eisses ordentlich in der Mitte erhabener wird, als am Rande; und sonderlich geschieht das, wenn die Luftblasen nicht eher empor zu steigen anfangen, als bis das Eiß eine mittelmäßige Dicke erreichet hat. Steigen sie eher in die Höhe, so zerbrechen sie die Scheibe in der Mitte, und erhalten sie daselbst offen, bis fast das Wasser ganz durch gefroren ist. Und weil sie im Herausfahren fast allemal ein wenig Wasser mitnehmen: so entsteht an diesem Orte gemeiniglich ein Puckel oder ein kleiner Hügel, der mehr oder weniger erhöhet ist, nachdem die Luft mit mehr oder weniger Heftigkeit herausgefahren ist.

Wenn der Wind auf einen fliessenden Körper währendes Gefrierens bläst: so entsteht auch eine kleine Erhöhung auf dessen Oberfläche, nicht in der Mitte, sondern auf der Seite und in der Gegend des Gefässes, welche vor dem Winde bedecket ist, weil das Wasser beständig dahin getrieben wird.

Endlich geschehen diese Wirkungen selten, oder sind doch nicht so merklich, wenn das Wasser sehr langsam gefriert, und vom Winde nicht beweget wird, wie auch, wenn man es zuvor etliche Stunden hat sieden lassen, ehe man es dem Froste aussetzet.

In dem ersten Falle hat eine große Menge Luft Zeit gehabt, nach und nach aus dem Wasser zu gehen, und die Blasen sind nicht so groß, weil die innere Bewegung des Wassers nicht so schnell noch so heftig ist.

In dem andern Falle hat das Feuer einen großen Theil Luft aus dem Wasser herausgejaget, und weil das Wasser dem Froste noch warm oder laulicht ausgesetzet wird, so wird der darinne zurückgebliebenen Luft noch mehr Zeit gegeben, heraus zu gehen, und die innere Unruhe, die zum Gefrieren erfodert wird, desto mehr gehindert oder geschwächet.

Viertes

## Viertes Hauptstück.

### Aufschwellen des Wassers, wenn es gefrieren will, und indem es gefriert.

Nach der allgemeinen Theorie, welche wir von den fliessenden Körpern, und von der Entstehung des Eisses gegeben haben, muß sich jeder fliessender Körper desto mehr einziehen, je kälter er wird, und weniger Raum einnehmen, oder schwerer werden, als er zuvor unter gleicher Größe war. Also, wenn er nun eben gefrieren will, und indem er vollends gar gefrieret, müssen seine Theile näher zusammenkommen, und mit einander einen kleinern Raum einnehmen, als sonst iemals. Das Wachs, die Oele, das Fett, die geschmolzenen Metalle, ausgenommen das Eisen, (*) folgen alle diesem allgemeinen Gesetze; sie nehmen immer weniger Raum ein, nachdem sie kälter und kälter werden, und noch weniger, wenn sie ganz gestanden sind. Das Wasser und die meisten wässerigen Feuchtigkeiten übertreten dieses Gesetz auch nicht bis auf die Augenblicke, die gleich vor dem Gefrieren vorhergehen; sie verlieren destomehr von ihrer Größe, und erlangen, in so ferne desto mehr Schwere, je kälter sie werden. Wenn aber die Kälte auf den Grad gekommen ist, welcher das Gefrieren zuwege bringt, so weichen sie gänzlich von der Regel ab; sie schwellen auf, und verlieren von ihrer Schwere in Ansehung ihrer Größe.

Da dieses eine der wichtigsten und artigsten Erscheinungen des Eisses ist, die auch noch verschiedene andere unter sich begreift: so wollen wir uns bemühen, dieselbe in Gewißheit zu setzen, ihre Ursache zu entdecken, um sie so umständlich, als sie es verdienet, zu erklären.

Um

(*) Man sehe des Hrn. von Reaumür Mémoire in den Mém. de l' Acad. des Sc. 1726. p. 273.

Um sich von ihrer Wirklichkeit zu überführen, so nehme man eine gläserne Flasche, mit einem langen und ziemlich engen Halse, man fülle sie mit mäßig kaltem Wasser bis an die Mitte des Halses, mache ein Merkmal auswendig am Halse, da wo die Oberfläche des Wassers steht, und setze alles zusammen in die Kälte, daß das Wasser gefriere. Man wird sehen, daß das Wasser allmählich, um drey Linien, vier Linien, einen Zoll, oder gar etliche Zolle fällt, nachdem die Flasche groß und der Hals enge ist, und daß es schleuniger oder langsamer fällt, nachdem der Frost mehr oder weniger heftig ist. Bald darauf wird die Oberfläche des Wassers nicht mehr sinken, sondern etliche Augenblicke still stehen; und hernach wird sie allmählich wieder steigen, bis an das Merkmal kommen, und über dasselbe sich mehr oder weniger erheben, als sie darunter gefallen war, nachdem derjenige Grad Kälte, den das Wasser anfangs hatte, mehr oder weniger von dem unterschieden ist, der zum Gefrieren gehöret, welches diesen Augenblick vor sich gehen wird.

Das Wasser also, wenn es dem Gefrieren sehr nahe ist, und indem es wirklich schon gefriert, nimmt mehr Raum ein, und wird daher leichter, als ein gleich großes Stück mittelmäßig kalten Wassers. Und was das wirklich gefrorene Wasser anlanget, welches zugleich den Zustand vorstellet, darinne es einen Augenblick vorher, in Ansehung seines Raumes, war, so giebt es hiervon einen unverwerflichen Beweis an die Hand; denn es allemal auf dem andern Wasser schwimmt, und die Eißschollen, die man auf den Boden eines Gefässes voll Wasser, oder auf den Grund eines Flusses setzet, steigen allemal nach der Oberfläche herauf.

Eine Folge dieser Wirkung, oder ein anderer Beweis des Aufschwellens, der so unwidersprechlich ist, als der erste, und der zugleich die Kraft des Wassers oder des Eisses, sich auszudehnen, zeiget, ist die wirkliche Zersprengung der Gefässe, darinne es steht, wenn dieselben oben enge sind, und

der Frost so schnelle ist, daß er weder der Luft Zeit läßt heraus zu fahren, noch den Theilen des Wassers, sich neben einander in Ordnung zu setzen, die oberste Scheibe von Eisse allmählich empor zu heben, oder sie in der Mitte zu biegen und erhaben zu machen. Denn wenn, zum Exempel, das Gefäß, darinne man das Wasser gefrieren ließe, sehr groß und flach wäre, wie ein Becken, so sieht man leichtlich, daß so stark auch immer das Eiß wäre, und so fest es auch an dem Rande des Beckens anhinge, seine oberste Rinde dennoch in der Mitte nachgeben, und dem inneren Aufschwellen Platz machen müßte: so wie eine Stange Eisen, so stark sie auch seyn mag, doch allemal in der Mitte sich bewegen wird, woferne sie sehr lang ist, und nur mit ihren beyden Enden aufliegt. Und wenn das Gefäß zwar klein und tief, aber am obersten Rande viel weiter als an dem Boden wäre, wenn es ausgeschweift oder conisch wäre, so wie unsre Trinkgläser meistens sind: so würde die ganze Kraft des Frostes nur angewendet werden, das Eiß in dem Gefässe in die Höhe zu stossen, welches geschehen kann, indem es von dem Gefässe abgelöset, und nach dem weiteren Theile zu geschoben wird; wie sich denn auch, wenn man ein mit Wasser ganz erfülletes Glas gefrieren läßt, sich das Eiß so empor hebt, daß es bisweilen zwo oder drey Linien über den Rand geht. Das sind die einzigem Umstände, welche verhindern, daß das Gefäß nicht zerspringt; es müßte denn eine in Ansehung der darinnen befindlichen Menge Wassers sehr große Dicke haben.

Von dem Maaße dieses Aufschwellens, und seiner Kraft, den Widerstand, den es findet, zu überwinden, werden wir in einem der folgenden Hauptstücke besonders handeln.

Es ist also nichts gewisser, als das Aufschwellen des gefrierenden Wassers. Gleichwohl kann man so wenig sagen, daß eine neue Materie in dasselbe hinein gebracht würde, daß wir vielmehr oben befunden haben, daß eine große

Menge Luft in sehr sichtbaren Blasen aus demselben herausgeht; und was die ätherische Materie in dem Wasser anlanget, welche seine Bestandtheile umgiebt, oder die Räumchen zwischen ihnen erfüllet, so haben wir in der allgemeinen Theorie von der Entstehung des Eisses gesehen, daß sie, je kälter das Wasser wird, desto mehr, nicht zunehmen, sondern vielmehr der Menge, dem Raume und der ausdehnenden Kraft nach, abnehmen muß. Es ist also nothwendig, daß die Veränderung, die der fliessende Körper in diesem Betrachte währendes Gefrierens leidet, in einer solchen Verfassung der Theile entweder des Wassers oder der in ihm befindlichen Luft bestehe, die von der, worinne sie zuvor waren, unterschieden sey.

## Fünftes Hauptstück.

### Drey Ursachen von dem Aufschwellen des Wassers währendes Gefrierens. Erste Ursache, die sichtbaren Luftblasen so darinne entstehen.

Verschiedene Ursachen können bey dem Aufschwellen des gefrierenden Wassers zusammen kommen.

1. Die Luftblasen, die sich in dem Wasser sammeln, indem es gefriert.

2. Die Veränderung der Lage der Bestandtheile des Wassers, indem die Luft aus ihren Zwischenräumchen sich losreißt, und herausfährt.

3. Die Veränderung der Lage der Bestandtheile des Wassers, indem sie sich nun auf eine andere Art an einander fügen, vermöge einer Kraft, die sie haben, oder die ihnen in diesem Augenblicke eingedrückt wird, sich unter einem merklichen Winkel an einander zu henken.

Die Erklärung von der ersten dieser Ursachen soll die Materie dieses Hauptstückes seyn. Sie verdienet desto mehr Auf-

Aufmerksamkeit, da sie noch von niemanden, so viel ich weis, auf ihre wahren Gründe ist gebracht worden, unerachtet man sich schon vielmal und seit langer Zeit auf sie berufen hat.

Wenn die Luft in dem Wasser in so kleine Theilchen zertheilet wäre, die sich in den Zwischenräumchen der Theile dieses fliessenden Körpers aufhalten könnten: wenn diese Klümpchen Luft daselbst die Figur dieser Zwischenräumchen annähmen; oder endlich wenn sie darinne und in diesem Zustande keine ausdehnende Kraft mehr hätten: so wäre es leicht zu begreifen, wie sie hernach, wenn sie durch das Kochen oder Gefrieren in große und sichtbare Blasen versammelt worden sind, mehr Raum in dem Wasser einnehmen und es aufschwellen können. Viele Fasern Wolle, die aus einander gesondert sind, oder auf einer Spindel aufgewickelt ordentlich neben einander liegen, nehmen nicht den hunderten Theil des Raumes ein, den sie in einem Haufen, wo sie unordentlich unter einander geworfen sind, wie in einem Haufen gekämmeter Wolle, einnehmen können. In dem ersten Falle wird fast der ganze Raum von der eigenthümlichen Materie der Wolle erfüllet: in dem andern sind die leeren Räume mit zu rechnen, die zwischen den unordentlich bey einander liegenden und in einander verwirrten Fasern der Wolle bleiben. Aber zu geschweigen, daß ich mir nicht zu behaupten getraue, daß die Luft in den fliessenden Materien ihrer ausdehnenden Kraft gänzlich beraubet sey, so wird auch der Schluß, den ich aus der Größe der Luftblasen, die in dem gefrierenden Wasser entstehen, ziehen will, desto bindiger seyn, wenn ich zeige, daß, wenn man gleich setzet, die Luft sey in dem Wasser allemal unter der Figur kleiner Kugeln, und mit ihrer völligen ausdehnenden Kraft, eingeschlossen, demnach ihre Kraft das Wasser aufzuschwellen desto stärker seyn muß, je größer die Blasen sind, in welche sie sich sammlet.

Es kömmt also nur darauf an, daß man erkenne, wie die Größe der Blasen diese Wirkung haben kann; wie, zum Exempel, eine Blase, die aus hundert kleinen Blasen entstanden ist, welche zuvor in dem Wasser zerstreuet waren, mehr Kraft und Gewalt haben kann, sich auszubreiten, und die Theile des Wassers von einander zu stossen, als die hundert kleinen Blasen zusammen vorher hatten, da sie hin und her zerstreuet waren. Ist die Kraft der großen Luftblase, oder des großen Tropfens Luft, etwas anderes, als die Summe aller Kräfte der hundert kleinen Tropfen? Welchen Zusatz hat ihre Kraft durch ihre Vereinigung erhalten können?

Wir müssen merken, 1. Daß, wenn sonst alles gleich gesetzet wird, überhaupt die Kraft der Luftblasen, womit sie dem Drucke des Wassers widerstehen, in ihrer gleichförmigen Krümme, oder in ihrer kugelrunden Figur gegründet ist, als vermöge deren dieser Druck auf alle Puncte ihrer Oberfläche gleich stark ist, und alle die elastischen Theile, woraus sie zusammengesetzet sind, einander bis zum Mittelpuncte unterstützen.

2. Daß der Vortheil einer großen Luftblase vor einer kleinen darinne besteht, daß theils ihre Fläche nach Proportion ihres körperlichen Innhalts kleiner ist, sintemal sie dem Inhalte nach, zum Exempel, achtmal so groß ist, wenn ihr Diameter zweymal so groß ist, als der kleinen ihrer, aber nur eine viermal so große Fläche hat; theils ihre Krümme, nach Proportion ihres größern Diameters, geringer ist, immaßen die Krümmen der Zirkel oder der Kugeln sich gegen einander wie ihre Diameter umgekehrt verhalten.

3. Daß, wenn nicht diese Umstände hinzukämen, ihre ausdehnenden Kräfte gleich seyn würden, vermöge des Grundsatzes, daß verschiedene gleich elastische Federn, davon sich immer eine an die andere stämmet, kein größeres Gewicht halten können, als eine einzige; und daß also die beyden platten und parallelen Flächen eines großen und eines kleinen

Würfels,

Würfels, zum Exempel, welche voll Luft wären, dem Drucke, den die fliessende Materie auf sie ausübete, gleich viel widerstehen oder nachgeben würden, oder, welches einerley ist, daß dieser Druck gar bald so wohl der einen als der anderen würflichen und eckigen Masse Luft die Figur einer Kugel geben würde, als welche Figur die einzige ist, mit der das Gleichgewicht zwischen dem umgebenden und dem umgebenen fliessenden Körper auf allen Seiten bestehen kann. Und das ist auch der Grund, warum alles Flüßige oder Fliessende, in einem anderen, wovon es nicht aufgelöset wird, allemal die Figur einer Kugel annimmt, oder doch anzunehmen sich bestrebet.

4. Daß hier nur davon die Frage ist, was eine Kraft an einem gewissen Puncte für Gewalt ausüben könne, um daselbst ein gegebenes Gewicht zu haben, oder eine entgegen gesetzte Kraft zu überwinden, keinesweges aber davon, aus wieviel einzelnen Kräften dieselbe bestehe. Denn 100 Federn zum Exempel, die auf einer Platte alle neben einander geleget sind, und eine andere Platte, die mit 100 Pfunden, auf jede Feder ein Pfund gerechnet, beschweret ist, zu tragen vermögen, werden niemals gegen einen von den Puncten der oberen Platte mit einer Kraft von 2 Pfunden, geschweige denn von 100 Pfunden, zurück drücken können, als welches nur eine einzige Feder, die eine hundertfache Kraft hat, zu thun vermögend ist. Diese obere Platte nun, wenn sie in allen ihren Puncten biegsam wäre, und dem Stosse jeder Feder nachgäbe, würde den Fall vorstellen, da ein fliessender Körper die Luftblasen, die von ihm umgeben sind, zusammendrücket.

5. Endlich, daß der Lehrsatz von den entfernenden Kräften eines Mittelpunctes, welche immer größer werden, je kleiner die Diameter der Zirkel oder Kugeln werden, hier nicht statt hat, weil nicht von einer Bewegung die Rede ist, die in Zirkel oder in Wirbel um einen Mittelpunct oder um eine Axe geschieht, sondern nur von einer Bestrebung der Theile vom

Mittelpuncte nach dem Umkreise, oder nach der Fläche der Kugel, welche Bestrebung diesen Theilen in ihrer Ruhe und ohne alle Bewegung in Zirkel zukömmt. Denn in dem Falle einer solchen Bewegung, und die ausdehnende Kraft bey Seite gesetzet, würde die kleine Blase mehr Kraft haben, als die große, sich auszubreiten.

Aber aus welchem Grunde hat nun endlich, dieses alles vorausgesetzet, die große Luftblase mehr Kraft sich auszubreiten, als die kleine, und zwar nur in so ferne ihre Fläche weniger krumm oder weniger erhaben ist? Man weiß, daß wenn zwo Saiten von gleicher Länge, aber nicht gleich viel gespannt wären, und man an beyde zwey gleiche Gewichte, oder eine unendliche Menge gleicher Gewichte, und derer Summen einander gleich wären, angehenket hätte, diejenige von beyden Saiten am meisten gespannet seyn müßte, welche sich am wenigsten biegete, welche sich am wenigsten krümmete, oder welche in allen Puncten, wo die Gewichte hingen, die stumpfesten Winkel machete; und umgekehrt, daß eine Saite, die mehr gespannet ist, als eine andere ihr gleiche Saite, von den an ihr aufgehenkten Gewichten weniger gekrümmet werden wird, und größere Gewichte, ohne sich mehr zu krümmen, wird tragen können, oder mehr Kraft haben wird, gleiche Gewichte zurück zu stossen, und gleichen Stössen zu widerstehen.

Diesen Grund wollen wir bey zween Flächen anwenden, die man sich vorstellen kann, als ob sie aus unendlich vielen Linien, oder Faden (wenn man will, daß sie einige Dicke habe) wie eine Leinwand, zusammengesetzet wäre. Von jedem dieser natürlichen Puncte, oder dieser unbeschreiblich kleinen Faden, daraus sie bestehen, werden wir eben das sagen, was wir nur erst von den beyden Saiten gesaget haben; eine solche Fläche wird von gleichen Stössen destoweniger gekrümmet werden, je mehr sie gespannet ist. Und da die ganze Fläche einer jeden von zween Luftblasen nichts anders ist, als die Summe aller ihrer natürlichen Puncte: so wird man auf gleiche Weise schliessen müssen, daß diejenige Blase, de-

ren Fläche nicht so sehr krumm, oder nicht so viel erhaben ist, das ist, die größte Blase, mehr Kraft, als die kleine, haben muß, sich auszudehnen, oder in ihrer Fläche zu zerspringen, oder, welches auf eines hinauskömmt, die Theile des umliegenden fliessenden Körpers aus einander zu treiben, und seinen Raum zu vergrößern: wenn gleich die Luft, von der sie aufgeblasen und ausgespannt ist, nicht mehr ausdehnende Kraft besässe, als diejenige, welche die kleine Blase aufbläst und ausspannet.

Demnach haben die großen Luftblasen, die in dem Wasser entstehen, wenn es gefriert, mehr Kraft sich auszubreiten, als die kleinen, oder als eben dieselbe Masse Luft, da sie noch in eine unendliche Menge kleiner Bläschen zertheilet war, die durch die ganze Masse des Fliessenden zerstreuet waren. Und dieses gilt auch von den unmerklichen Luftbläschen, wenn sie mit einander verglichen werden, als zwischen denen noch ein sehr großer Unterschied in Ansehung ihrer Kleinigkeit seyn kann. Folglich u. s. f.

Diese Erklärung, oder vielmehr dieser Beweis ist hinlänglich für diejenigen, die keine geometrische Ausführung des Satzes verlangen, und den übrigen wird die hier unten befindliche Note (*) Genüge leisten.



(*) Da diese ganze Theorie, sich, wie man sieht, aus der Theorie von zwoen gleichen Saiten A B C, D E F, (in der 1 Figur auf der II Tafel zu Ende des Buches) die in ihren Enden fest gemachet sind, derer eine mehr gespannt ist, als die andere, und an denen beyden in ihrer Mitte gleiche Gewichte P, Q hängen, herleiten läßt: so bilde man sich die beyden Saiten ein, als zween unendlich kleine Bogen zweer größter Zirkel in den beyden Kugeln oder Luftblasen, derer Kräfte man mit einander vergleichen will, nämlich A B C in der großen, und D E F in der kleinen; oder welches auf eines hinausläuft, man stelle sich jede der beyden Saiten, wenn sie so mit einem Gewichte beschweret ist, als ein paar unendlich kleine Bogen, A B, B C, und D E, E F, des zugehörigen Zirkels vor, und setze, A B werde in T, und D E in X verlängert. Man

Nunmehr wollen wir wieder auf die Art und Weise kommen, wie die Luft in dem Wasser, so lange es noch flüßig ist, eingeschlossen, und unsichtbarlich mit ihm vermischet ist. Denn woferne sie sich in den Räumchen zwischen den Bestandtheilen des fliessenden Körpers aufhält, und darinne eine Gestalt hat, die der Wirkung ihrer ausdehnenden Kraft nicht so günstig ist, als die Gestalt der Kugel, wie wir nur erst von den Luftblasen in Beziehung auf das Aufschwellen des gefrierenden Wassers gesaget haben, noch mehr Stärke erlangen.

Wir dürfen nur die Erfahrung hierbey zu Rathe ziehen. Der Raum, den zween mit einander vermischte fliessende Körper einnehmen, ist nicht allemal den Räumen, welche sie vor der Vermischung einnahmen, zusammengenommen gleich, sondern öfters kleiner. Zum Exempel, zwey Theile Wasser und ein Theil Weingeist, die in allen vor der Vermischung

Man weis aus den Lehrsätzen der Statik, daß das Gewicht P gegen die Kraft, womit die Saite ABC, oder ihre Hälfte AB oder CB, gespannet ist, sich verhält, wie der Sin des Winkels TBC gegen den Sin des Winkels CBH; und daß das Gewicht Q gegen die Spannung der Saite DEF, oder einer ieden von ihren beyden Hälften sich verhält, wie der Sin des Winkels XEF gegen den Sin des Winkels FEI. Gesetzt nun, dem was wir angenommen haben zu Folge, daß die Winkel TBC, XEF, unendlich klein sind, so können die Winkel HBC, IEF für rechte angesehen, und die kleinen Winkel TBC, XEF an statt ihrer Sine genommen werden. Also wird das Gewicht P gegen die Spannung der Saite ABC eben so seyn, wie TBC, oder sein Sin, gegen den ganzen Sin ist; und das Gewicht Q gegen die Spannung der Saite DEF, wie der Winkel XEF, oder sein Sin, gegen den ganzen Sin. Es sind aber die Gewichte P, Q einander gleich. Folglich wird umgekehrt die Spannung der Saite ABC gegen die Spannung der Saite, DEF sich verhalten, wie der Winkel XEF, oder sein Sin, gegen den Winkel TBC, oder gegen seinen Sin. Hieraus folget, daß die Gewichte P, Q, ob sie schon einander gleich sind, nichts destoweniger ungleiche Spannungen hervorbringen, oder doch anzeigen, in dem Falle,

mischung einen Raum, wie 3, einnehmen, werden nach der Vermischung nur einen Raum einnehmen, wie 3 weniger ein zwanzigtel von dem Raume des Weingeistes, oder weniger ein sechzigtel von dem ganzen Raume. (*) Einige Theile also des einen fliessenden Körpers verstecken sich in die leeren Räume oder Zwischenräumchen des andern; oder es vermischen sich auf solche Weise von beyden zugleich einige Theile mit einander: und es ist sehr wahrscheinlich, daß der Luft, die in dem Wasser enthalten ist, etwas ganz ähnliches widerfährt. Wenn man in ein Gefaß, das schon voll Asche ist, die wohl gesiebet und aufgeschüttet worden, Wasser oder einen andern fliessenden Körper gießt; so geht in diesem Zustande nicht weniger Wasser hinein, als wenn das Gefäß noch ganz leer gewesen wäre.

Wenn die Luft in einem fliessenden Körper solchergestalt enthalten, oder sonst auf eine andere Art darinnen ist, nur

daß

le, da die beyden Theile der Saiten A B C, D E F, ungleiche Winkel machen. Aber die Theile A B, B C, und D E, E F sind, wie wir setzeten, hier nichts anders als unendlich kleine Seiten zwoer geradlinichten Figuren von unendlich vielen Seiten, oder zwoer Zirkel, derer Krümmen in der umgekehrten Verhältniß der Winkel A B C, D E F, oder in der ordentlichen Verhältniß der äusseren T B C, X E F, stehen; und es ist bekannt, daß die Krümmen der Zirkel sich wie ihre Diameter umgekehrt verhalten. Folglich sind die Spannungen, die von den Gewichten p, Q an zwoen Saiten, oder, wie wir gesehen haben, an zwoen sphärischen Flächen oder Häutchen, gemachet oder angezeiget werden, und also auch die ausbreitenden Kräfte zwoer Luftblasen von unterschiedener Größe gegen einander, wie ihr Diameter. W. z. E. W. Diese Theorie ist einerley mit der Theorie des verstorbenen Herrn Johann Bernoulli von dem Aufschwellen oder der Stärke der Muskel durch das Eindringen eines Flüßigen, und von der Krümmung der Segel durch den Stoß des Windes.

(*) Man sehe die vom Herrn von Reaumür hierüber angestellten Versuche in den Mém. de l'Acad. des Sc. 1733. p. 165.

daß sie nicht mehr in der Forme ist, in der wir sie beym Athemholen in uns ziehen, sondern von dem fliessenden Körper gleichsam durchdrungen und zertheilet ist: so wollen wir von ihr sagen, daß sie mit ihm **innigst vermischet** sey; die andere Luft, die gemeine Luft, werden wir **Luft in Massen** nennen.

Da alle Körper, feste und fliessende, eine sehr große Menge Luft in sich haben, wie man aus der herausgehenden Luft schließen kann: so kann man nicht zweifeln, daß der größte Theil dieser herausfahrenden Luft mit ihnen innigst vermischt gewesen; welches theils aus dem Raume den sie einnimmt, theils daraus zu schliessen ist, daß es sehr schwer seyn, und eine sehr große Kraft erfodern würde, sie wiederum in einen so kleinen Raum zu bringen, als sie zuvor eingenommen hatte.

Ein ganz bekannter Versuch, welchen wir dem berühmten Mathematicus, den ich in der vorhergehenden langen Note genennet, zu danken haben, giebt uns hiervon ein merkwürdig Beyspiel. (*) Er hat daraus geschlossen, daß die in einem Korne des Stückpulvers eingeschlossene Luft darinne vor der Entzündung nicht den hunderten Theil desjenigen Raumes einnimmt, den sie nach der Entzündung, wenn sie wieder auf einerley Grad der Kälte mit der umliegenden Luft gekommen ist, erfüllet. Man kann indessen nicht sagen, daß diese Luft in dem Pulverkorne in einem solchen Zustande wäre, als eine Masse Luft, die auf die gemeine Art zusammen gedrücket und dichter gemachet worden ist. Denn es ist aus tausend Versuchen klar, daß sie als-

(*) Johann Bernoulli Dissert. de Effervesc. & Ferment. No. 22. Eben dieser Versuch ist noch umständlicher unter Hauksbees Versuchen, die ins Italienische übersetzet zu Florenz gedruckt worden, Seite 60. Und endlich erhellet aus vielen andern Versuchen, daß die Luft, die man aus einer Materie bekömmt, oft 200 bis 300 mal so viel Raum einnimmt, als die Materie selbst, daraus sie gekommen ist. S. des Herrn Abbe Nollet Leçons de Phys. t. 3. l. 10 exp. 19.

alsdenn weit mehr Kraft haben müßte, als nöthig wäre, die Wände ihres Gefängnisses zu zerschlagen, die lockeren und wenig mit einander verbundenen Theile des Pulverkornes zu zerbrechen und zu zerstreuen, und sich aus ihren Zwischenräumchen los zu reissen. Sie muß also unter einer ganz andern Gestalt darinne seyn.

Ich weis, daß zween geschickte Naturforscher (*), welche diesen Versuch mit großer Kunst wiederholet, diese Wirkung einer wirklichen Hervorbringung einer neuen Luft durch die Entzündung des Pulvers zugeschrieben haben. Diese verschiedene Erklärung dieser Erfahrung würde dem Nutzen, den ich daraus zu ziehen denke, keinen Eintrag thun, weil ich von der Luft, die sich in dem Wasser, wenn es gefriert, ausbreitet, eben das sagen, und daraus die Ausdehnung oder die Leichte des Eisses eben so herleiten könnte: Allein ich gestehe es, daß ich nicht für rathsam halte, auf eine neue Hervorbringung zu fallen, so lange ich noch eben diese Wirkungen aus einer blossen Veränderung des Zustandes und der Lage der Theile begreifen kann. Ich geschweige, daß sich hier, meines Erachtens, noch eine andere Ursache mit einmischet, davon es noch nicht Zeit ist zu reden, da wir ihren Grund noch nicht festgesetzet haben, und welche hinlänglich seyn wird, dem Schlusse des Herren **Bernoulli** seine gehörige Einschränkung zu verschaffen.

Es folget aus einem Versuche des Herren **Mariotte** der in seinem Essai de la nature de l' air erzählet wird, daß man aus einem Tropfen Wasser vermittelst der Wärme eine Menge Luft herausbringen kann, die 8 bis 10 mal so viel Raum einnimmt als der Tropfen. Wie wäre das möglich, wenn diese Luft darinne unter ihrer ordentlichen Gestalt gewesen wäre, so wie sie in einem aufgeblasenen Ballone ist? Würde das Fliessende ihrer Kraft haben widerstehen können? Es ist also unendlich wahrscheinlicher, daß sie mit dem Tropfen innigst vermischt gewesen ist, und auf

(*) Die Herren Gravesande und Desagüliers.

auf eben so eine Art, wie sie sich hernach wiederum hinein zieht, und darinne von neuen auflöset.

Aber ich habe noch einen deutlichern Beweis hiervon. Ich habe ein Gefäß voll Wasser, das drey oder vier Zoll im Diameter und eben so viel in die Höhe hatte, unter die Luftpumpe gebracht, und nachdem ich mich zuvor von seiner eigenthümlichen Schwere oder seiner Dichte durch eine Wasserprobe versichert hatte, habe ich auf verschiedene mal und in einer Frist von fast zween Tagen die Luft daraus gepumpet, wobey ich dafür gesorget, daß die äussere Luft während dieser ganzen Zeit fast immer in einem Grade der Wärme erhalten wurde. Ich habe hernach die Wasserprobe wieder darauf gesetzet, und sie hat sich allemal wiederum so tief, nicht mehr nicht weniger, eingetauchet, als anfangs. Die Luft also, die daraus, und zwar in sehr großer Menge, gefahren war, nahm darinne keinen merklichen Raum ein. Denn man weis, daß die eigene Schwere verschiedener Materien, und ihr körperlicher Innhalt, sich auf einander beziehende Größen sind, derer eine nicht abnehmen kann, ohne daß die andere zunimmt, oder umgekehrt, und derer eine sich nicht ändert, so lange die andere unverändert bleibt. Eben dieser Versuch war vom Huygens (*), ingleichen von Boylen (**), wiewohl in ganz andrer Absicht und auf eine andere Art gemachet worden.

Es ist also gewiß, daß die Luft in dem Wasser, so lange es fliessend ist, und ehe es zum Gefrieren kömmt, nicht auf eben so eine Art ist, als währendes Gefrierens, da sie sich in Massen, oder in kleine und große Blasen zusammen begiebt; und wir haben auch die Folgen davon, in Ansehung des grössern Raumes, darein sie das gefrierende Wasser bringet, zur Genüge angezeiget.



(*) Journal des Savans. 25. Juillet 1672.

(**) Philos. Transact. No. 62.

## Sechstes Hauptstück.

### Zweyte Ursache von dem Aufschwellen des Wassers, indem es gefriert, die Verrückung seiner Bestandtheile durch die Luft, wenn sie sich aus ihren Zwischenräumchen losreißt.

Da wir bisher von der Luft geredet haben, die sich aus den Zwischenräumchen des Wassers entweder vermöge der ihr noch übrigen ausdehnenden Kraft, oder vermöge ihrer Leichte, oder durch Hülfe der neuen Bewegungen der subtilen Materie zu Anfange des Gefrierens losmachet: so haben wir fast immer den fliessenden Körper als unbeweglich angesehen in Beziehung auf die Luft, die sich in ihn zieht, oder aus ihm losmachet; und wir haben Ursache gehabt, ihn uns so einzubilden, weil in gleichem Raume das Wasser acht bis neun hundertmal mehr eigenthümliche Materie hat, als die Luft, und weil von zween Körpern, die durch irgends eine Kraft gegen einander getrieben werden, derjenige dessen Masse fast unendlich größer ist, als die Masse des andern, angesehen werden kann, als ob er in Ruhe wäre, indessen daß der andere sich ihm nähert. Aber da die Vermischung zweer Materien eine Wirkung ist, wodurch beyde zugleich verändert werden, so hindert nichts, daß wir uns nicht gleicherweise einbilden könnten, als ob das Wasser sich in die Luft zöge, wie wir uns oben eingebildet haben, daß es sich in die Asche zöge, und als ob das Wasser sich von der Luft losrisse, nachdem nun diese oder jene Vorstellung zu unsern Erklärungen geschickter, und dieselben verständlich zu machen dienlicher seyn mag.

Setzen wir dieses voraus, wie auch dieses, daß die Bestandtheile der Luft ästig, oder wie Spiralfedern, (*) die Bestandtheile des Wassers aber etwas länglicht sind, wie Cylinder, die an beyden Enden abgerundet wären, oder wie läng-



(*) Oben, im VIII. Hauptstücke des ersten Theiles.

lichte Afterkugeln (*), so können wir ohne Unterschied annehmen, daß in ihrer innigsten Vermischung die Theilchen der Luft sich auf diese Cylinder aufgerollet, oder daß die Theilchen des Wassers sich zwischen die Gewinde der Theile der Luft gesetzet haben, oder endlich, daß beydes zugleich geschehen sey.

Nach diesem ist es leicht zu begreifen, daß die innere Bewegung oder das Aufwallen des Wassers, wenn es gefriert, welche Bewegung allemal desto merklicher ist, je größer die Kälte ist, und je schleuniger das Gefrieren vor sich geht, daß, sage ich, diese innere Unruhe, die wir in dem dritten Hauptstücke dieses Abschnitts beschrieben haben, eine zureichende Ursache sey, durch welche die Theile des fliessenden Körpers verrücket, und aus den Lagen gebracht werden können, die sie gegen einander hatten, als er noch vollkommen fliessend war. Wenn nun diese subtile Materie und die Theilchen der Luft sich aus den Zwischenräumchen des Wassers losreissen: so stossen sie heftig an seine Theile, bringen ihrer viele aus ihrer gemeinen Richtung, nach der sie vermuthlich einander fast parallel lagen, und machen, daß sie in die Quere und unordentlich über einander zu liegen kommen. Die länglichte Figur, so wir ihnen zugeschrieben haben, es sey nun daß sie einem jeden besonders zukomme oder nur den kleinen Bündeln, die daraus werden, und die sich in den Eißfaden offenbaren, kömmt der Möglichkeit dieser verschiedenen Stellungen, und dieser Veränderung der Richtungen zu statten. Man bilde sich einen großen Haufen hölzerner Cylinder ein, die nach ihrer Länge genau zusammen geleget werden, und so, daß jedes Stück von den beyden unteren, darauf es lieget, durchgehends berühret werde, und die Höhlung, die zwischen beyden ist, so viel möglich erfülle. Man werfe hin und wieder in das Innere dieses Haufens dünne Stricke, so daß sie sich in die Zwischenräume legen, oder sich um

(*) Oben, im I Hauptstücke des gegenwärtigen Abschnittes.

um einige Stäbe des Haufens herumschlingen: eben so bey nahe wollen wir uns auch die Stellung der Theile des Wassers und der darinne befindlichen Luft unter einander einbilden, in welche Stellung wenigstens diese Theile meistens zu kommen bemüht sind, und in welcher sie sich so viel möglich zu erhalten scheinen, so lange das Wasser fliessend ist. Man lasse nunmehr eine fliessende Materie, einen Strom, durch diesen Holzstoß laufen; man reisse plötzlich die Stricke weg, mit denen er untermenget oder durchschlungen ist: so ist es offenbar, daß eine gänzliche Zerrüttung erfolgen muß, daß ein Stück Holz, welches mit den andern zuvor parallel war, quer über sich weg wird zu liegen kommen, daß ein anderes einen Sparren mit ihnen machen wird, und kurz daß alle, oder fast alle, andere Richtungen bekommen werden, als sie anfangs unter einander hatten. Nicht weniger ist es offenbar, daß bloß wegen dieser Zerrüttung unter den Theilen, dieser neue Haufen mehr Platz einnehmen muß, als der erstere. Und eben das ist es, glaube ich, was dem Wasser widerfährt, wenn es bald gefrieren will. Die innere subtile Materie, die sich los machet, und sich alsdenn viel unordentlicher in seinen Zwischenräumchen beweget, weil ihr Gleichgewicht mit der äusseren aufgehoben ist, bringt darinne eben die Unruhe und eben die Zerrüttung zuwege, als der Strom, den wir durch den Holzstoß laufen ließen: und die Luft, die unter das Wasser gemischet ist, oder seine Theile umschlungen hat, stellet hier die Stricke vor, die wir dort setzeten, indem sie sich von den Theilchen des Wassers, vermöge eben der Ursache, und vermöge der Stösse, die verschiedene dieser Theile einander geben, los wickelt; und es ist nur dieser Unterschied, daß die Theilchen der Luft eine ausdehnende Kraft haben, welche sich von nun an mit mehr Freyheit äussert, und daß sie dadurch das Aufschwellen der ganzen Masse vermehren, wie wir es erkläret haben.

Die Vermehrung des Raumes wegen der bloßen Verrückung der Theile könnte sich wohl weiter erstrecken, als es nöthig ist, um das was dem gefrierenden Wasser widerfährt, zu erklären. Die geringste Veränderung ist hierzu hinlänglich. Denn, zum Exempel, wenn wir, an statt den Holzstoß uns so, wie oben, gelegt einzubilden, nur setzeten, daß jedes Stück Holz mit einem andern unter ihm rechte Winkel machete, und daß der ganze Stoß aus vielen horizontalen Schichten bestünde, worinne die cylindrischen Stäbe zwar auch noch alle einander berühreten, aber nun quer über einander lägen, das ist, daß in der ersten Schicht alle von Mittag gegen Mitternacht, in der zweyten Schicht alle von Morgen gegen Abend gekehret wären, und so fort: so ist leicht zu erweisen, daß dieser Stoß einen Raum einnehmen müßte, der sich gegen den Raum des vorigen verhielte, wie 2 gegen die Quadratwurzel von 3, oder ungefähr wie 7 gegen 6. Dieses würde zureichend seyn, das ordentliche Aufschwellen des gefrierenden Wassers zu erklären; und noch viel mehr würden also solche Stellungen und Zerrüttungen, die noch mehr leeren Raum übrig ließen, dazu hinlänglich seyn.

## Siebentes Hauptstück.

### Von dem Winkel, unter welchem die Theilchen des Eisses und die Bestandtheile des Wassers sich währendes Gefrierens an einander zu fügen sich bestreben.

Ehe ich zu der dritten Ursache von dem Aufschwellen des gefrierenden Wassers fortgehe, so wird es zum Verstande derselben dienlich seyn, eine Erfahrung fest zu setzen, die an sich selbst sehr artig und wichtig ist. Es ist zum wenigsten ein neuer Gesichtspunct für diese Materie, eine Muthmaßung, die ich nicht mit Stillschweigen übergehen darf.

Unendlich

Unendlich viel Wahrnehmungen und Versuche haben mich überredet, daß die Theilchen des Wassers, wenn es gefriert, und ihre sichtbaren Faden, sich bestreben, unter einem Winkel von 60 Grad, oder von 120 Grad, der mit jenem zween rechte ausmachet, sich an einander zu fügen, und das zuweilen so genau, daß auch die genaueste Ausübung der Geometrie es nur nachahmen, und nicht genauer treffen könnte.

Man hat oben gesehen, daß das Wasser mit Faden, mit kleinen geraden Nadeln, oder kleinen Spitzen, wie die von Federmessern, derer Schneiden unterwärts gekehret wären, zu gefrieren anfängt; daß diese Faden, wenn ihrer viele nahe bey einander entstanden sind, und mit einander Bündel, Platten, oder Netze gemachet haben, sich oft an andere Bündel unter verschiedenen Winkeln anlegen, in Ansehung der Richtung der Fasern oder Nadeln des einen und des andern Bündels; daß hieraus zuweilen auf der Oberfläche des Eisses Abtheilungen und gleichsam Felder entstehen, die sich durch die verschiedenen Lagen ihrer Furchen unterscheiden, so wie man dergleichen auf einer topographischen Karte, oder auf dem Plane einer Landschaft vorstellen würde, Blätter mit ihren Ribben, Federn mit ihren Bärten, und hundert andere mehr oder weniger regelmäßige Figuren, die aber, wie wir schon gesaget haben, nicht so gar unbestimmt sind, noch so gar von ungefähr gemacht werden, als man wohl denken möchte. Wir haben zu gleicher Zeit ein leichtes Mittel angegeben, diese Wahrnehmung zu bestätigen und öfters zu wiederholen, und diese Figuren auf einer Platte oder Haut von Eisse sehr sichtbar zu machen (*); denn auf keine andere Weise, als wenn man diese Erscheinung lange und vielmal sieht, wird man darinne diese Bestrebung der Eißfaden entdecken, sich unter einem bestimmten Winkel an einander zu legen, von welchem ich sage, daß er 60 Grad halte.



(*) Im II Hauptstücke dieses Abschnitts, sehet die erste Tafel.

Ich gestehe, daß die Mannichfaltigkeit in diesen Figuren auf der Oberfläche des Eisses, und zuweilen gar in den Winkeln, unter welchen die Faden seitwärts an einander stossen, das Gesetz oder die allgemeine Bestrebung, die ich darinne wahrgenommen zu haben glaube, so zu reden, verstecke. Denn, wird man sagen, unter so vielen Zufällen muß freylich wohl einer seyn, der uns einen Winkel von 60 Grad, oder von 120 Grad, als der die Erfüllung zu jenem ist, geben wird. Aber dieser vermeynte Zufall kömmt gar zu oft vor, und fällt gar zu deutlich in die Augen, als daß er keine bestimmende Ursache haben sollte.

Man muß sich vor allen Dingen mit einem Modelle von diesem Winkel versehen, mit einer Platte von Metall oder Pappe, welche ein genaues Maaß desselben Winkels sey. Drey Zirkelbogen, die einander schneiden, und mit einerley Oeffnung des Zirkels beschrieben worden sind, werden die drey Seiten eines gleichseitigen Dreyeckes bestimmen, worinne, wie bekannt ist, ein jeder Winkel 60 Grad hält. Dergleichen Dreyeck habe ich wohl tausend mal an die Furchen eines Feldes geleget, da wo sie mit den Furchen des benachbarten Feldes zusammen stiessen, oder an die Ribben, wo sie aus dem Stiele eines dieser Blätter giengen, ingleichen an die Bärte einer Feder, wo sie an ihrem Kiele anlagen, und ich habe mit Verwunderung gesehen, wie genau es mit seinen Seiten und Winkeln dazwischen passete.

Unter diesem Winkel von 60 oder von 120 Grad bestreben sich die Eißfaden nicht allein an einander selbst sich anzulegen, sondern auch an alle polierte Flächen solcher Materien, die einige Aehnlichkeit mit dem Eisse haben, und an welche sie sich leichtlich anhenken, dergleichen das Glas, das feine Töpferwerk, das Porcelan u. a. m. sind. Ich habe dieses sonderlich bemerket, wenn ich Wasser in runden Gefässen habe gefrieren lassen; und der Grund hiervon ist dieser, weil diese Gefässe, da sie ihre Figur von der Scheibe bekommen, darauf sie abgedrehet werden, inwendig und

am

am Rande fast allezeit einen weit freyern Strich und eine viel gleichförmigere Politur haben, als man an denen sieht, die eckig sind und platte Seiten haben. Man wird also darinne gar oft von den großen Eißfaden welche sehen, die mit einem Ende an der inneren Fläche hängen, und mit der Tangente, die man durch die Puncte, wo sie anhängen, ziehen oder sich gezogen einbilden kann, Winkel von 60 oder von 120 Grad machen.

Ich habe anfangs die Größe dieses Winkels mit der Tangente nur nach dem Augenmaaße geschätzet, oder indem ich ein Lineal an den Berührungspunkt angehalten habe: ein Zufall aber hat mir mehr als einmal ein Mittel an die Hand gegeben, ihn genau zu messen, darauf ich sonst nicht würde gedacht haben. Es sind mir von ungefähr solche lange Eißfaden vorgekommen, die mit ihren beyden Enden an dem Gefässe anlagen, und die folglich Sehnen von Bogen seines Umkreises waren. Ich habe die Länge einer solchen Sehne mit dem Handzirkel genommen, ich habe sie in dem übrigen Theile des Umkreises herumgetragen, und sie hat mir allezeit den dritten Theil davon ganz genau, oder doch ohne merklichen Unterschied, gegeben; das ist, drey solche Sehnen würden in dem Umkreise ein gleichseitiges Dreyeck mit einander gemachet haben, welches, wie man weiß, nicht seyn kann, woferne nicht die Sehne mit der Tangente einen Winkel von 60 oder von 120 Grad machet. Ich sage nicht, daß dieses allemal geschehe, sondern manchmal, und viel öfter, als daß es auf ein bloßes Ungefähr geschoben werden könnte (*).

Das Eiß von wäßrigen und laugigen, oder urinhaften Materien giebt diesen Winkel am beständigsten und deutlichsten.

Man könnte denken, die Salze, die in solchen fliessenden Materien enthalten sind, verursacheten in den Theilen des Wassers oder in seinen Eißfaden diese Neigung gegen einander,



(*) Eine dieser Sehnen ist in der Figur auf der 1 Tafel vorgestellet.

der, darein sie von sich selbst nicht allemal kommen würden: allein da das Anschießen dieser Salze sehr verschiedene Figuren giebt, warum ist nur eine einzige, die sich hier entdecket, und die auf dem Eisse der fliessenden Materie, darinne sie sich aufgelöset befinden, sie mag nun lauter, oder mit gemeinen Wasser vermischet seyn, allezeit einen Winkel von 60 Graden vorstellet? Alle diese Salze, sage ich, sind unterschieden, und liegen in eben demselben fliessenden Körper auf unterschiedene Art neben einander. Der Urin allein hält sehr vielerley (†) Arten von Salzen in sich, flüchtiges, beständiges, Salmiak, welcher wie Schneeflocken, oder wie Mehlklümpchen anschießt, Kochsalz, welches Würfel giebt, u. d. m. Sollten alle diese verschiedenen Salze, derer iedes auf eine eigene Art anschießt, sich mit einander darinne vereinigen, daß sie auf unserm wäßrigen Eisse die Faden beständig unter einerley Winkel zusammen brächten? Viel natürlicher ist es zu glauben, daß die Theilchen dieser Salze, die von einander entfernet, und in dem pur wäßrigen und größten Theile des fliessenden Körpers hin und her zerstreuet sind, indem sie den ordentlichen Lauf der subtilen Materie in dem Wasser unterbrechen, seinen Bestandtheilen mehr Freyheit verschaffen, sich nach der Richtung oder Neigung, die ihnen eigen ist, an einander zu fügen; woraus erfolget, daß das ganze Gemische, indem es gefriert, nur solche Eißfaden giebt, die in dieser allgemeinen Neigung beysammen liegen. Ich halte auch dafür, daß die salzigen Theilchen des Urins, wenn sie sie sich mit den Theilchen des Wassers vereinigen, dieser ihre ausdehnende Kraft und Starrheit im Gefrieren vergrössern, und dadurch der Wirkung ihrer Richtung desto mehr zu statten kommen. Auf diese Art verstärken auch vermuthlich die Salze überhaupt den Ausfluß und die Kraft der riechbaren Theilchen der Pflanzen, wenn sie nebst weniger Feuchtigkeit darunter gemischt sind. Wir

(†) Man sehe des Herrn Geoffroy Abhandlung von der Natur und Zusammensetzung des Salmiaks in Mém. de l' Acad. des Sc. 1720. p. 197.

Wir werden im folgenden Gelegenheit bekommen, von den Figuren zu reden, die auf der Fläche des Eisses von solchen Laugen entstehen, dergleichen man aus verbrannten Pflanzen zieht. Gegenwärtig wollen wir nur bey dem Eisse des mit Urine vermischten Wassers, oder des Urines selbst, stehen bleiben.

Wenn man diesen fliessenden Körper, noch ganz frisch, wiewohl diese Bedingung eben nicht schlechterdings nothwendig ist, in einem großen ausgeschweifeten Gefässe, als einer Schüssel, oder einem Becken, gefrieren läßt: so wird man gar bald auf der ganzen Oberfläche des Eisses gestochene Figuren, oder vielmehr halb erhabenes Schnitzwerk (*) sehen, dergleichen wir oben beschrieben haben; die Faden oder Striche derselben werden allemal mit einem anderen ähnlichen Haufen Faden, oder mit einem mehr oder weniger großen Faden, einen Winkel von 60 oder von 120 Grad machen, nachdem die mechanische Ursache der Anziehung dieses anliegenden oder nahe liegenden Fadens wirksamer gewesen ist. Zuweilen wird auch der Rand des Gefässes über die nahen Faden die Oberhand gewinnen, und da wird sich an seiner inneren Fläche, und in Beziehung auf die Tangente des Berührungspunctes, eben dieser Winkel von 60 Grad zeigen. Aus allen diesen Verbindungen zusammen entstehen bald große Sterne von sechs Stralen, davon zween und zween, mit den Faden, die sich schief und nach dem Mittelpuncte zielend daran legen, zusammen genommen, drey Stücke eines Malteser-Kreuzes vorstellen, bald Blätter, die drey oder vier Zoll lang sind, und daran die geraden Aeste auf beyden Seiten aus dem gemeinen Stiele herausgehen, oder ein Kamm, mit zwo Reihen Zähne, die schief auf seinem Blatte stehen, und hundert andere Figuren, nachdem diese Abtheilungen auf andere und andere Art vermöge der nur erst gemeldeten Umstände neben einander sind zu liegen gekommen. Nach diesem



(*) Schnitzwerk, aus der oben im I Hauptstücke dieses Abschnittes angezeigten Ursache.

kann man kühnlich das rechtwinkliche (*) Dreyeck auf dieser Art von ausgelegter Arbeit hin und herführen, es wird allezeit zwischen die Faden der ersten und der andern Ordnung, ja auch der dritten und der vierten Ordnung mit einer erstaunlichen Schärfe passen. (**)

Ein kleineres Gefäß, das ungefähr vier Zoll im Diameter hatte, hat mir fast allezeit ein solches Blatt, oder einen solchen zugespitzten Kamm, in seiner völligen Länge gegeben, wie in dem großen Gefässe, das ist, bey nahe vier Zoll lang. Dieses scheint anzuzeigen, daß unerachtet der Mannichfaltigkeit der Größen, die man hier bemerket, es eine giebt, in deren Schranken sich diese Eißfiguren zu halten pflegen, dergleichen man in vielen andern Zusammenwachsungen, so wohl mineralischen, als bey Thieren und Pflanzen befindlichen, wahrnimmt.

## Achtes Hauptstück.

### Beyspiele und Inductionen, wodurch diese Bestrebung bestätiget wird.

Die Schärfe eines Winkels von 60 Grad, unter welchem ich sage, daß die Theilchen des gefrierenden Wassers zusam=

(*) An statt rechtwinklicht hat der Verfasser ohne Zweifel gleichseitig sagen wollen. U.

(**) Ich habe mich bemühet, eine von diesen Eißfiguren auf der III Tafel vorzustellen: aber sie ist mir nur sehr unvollkommen gerathen. Es hat mir an Kunst, Geschicklichkeit und Geduld gefehlet, zu geschweigen, daß, da ich diese Arbeit nur in einem mäßig kalten Orte ausstehen konnte, das Eiß anfieng zu schwitzen, zu schmelzen, die Züge verschwanden, und ich bald genöthiget ward, sie aus dem Kopfe zu zeichnen. Also kan man sicher seyn, daß in Ansehung der Regelmäßigkeit der Winkel und der Sonderheit dieses Gewebes so wenig etwas zu weit getriebenes in dieser Figur ist, daß vielmehr darinne alles weit unter dem ist, was ich oft in der Natur wahrgenommen habe. Ich habe die meisten Untereintheilungen in dritte und vierte Faden, u. d. m. weggelassen.

zusammen stossen, wenn ihnen die Freyheit dazu gelassen ist, wird diejenigen nicht befremden, welche die Natur ein wenig studiret haben. Es wäre vielleicht noch ausserordentlicher, und mithin noch wundersamer, wenn die Theile des Wassers, indem sie gefrieren, unter einander nicht eine eigene und bestimmte Zusammenfügung hätten, da man doch dergleichen fast bey allen anderen Körpern, die in Crystallen schiessen, antrift. Indessen, da diese Eigenschaft doch noch sehr unwahrscheinlich seyn möchte, so sey es mir erlaubt, hier einige Beyspiele davon beyzubringen. Es wird darunter eines und das andere seyn, welches wenigstens beweisen kann, daß man nicht allemal in dieser Art die Sonderheiten gesehen, die man doch tausendmal vor Augen gehabt hat.

Eben diese Eißfiguren von einem urinhaften Fliessenden, davon wir nur erst geredet haben, und die so regelmäßig, so geradlinicht, und dem Winkel von 60 Grad, oder seiner Erfüllung dem Winkel von 120 Grad, so beständig unterworfen sind, wie sind dieselben wohl bisher gesehen worden? Als gekrümmte und in Bogen gezogene Aeste von Farenkraute, die aus ihrem Stengel unter verschiedenen unbestimmten und ungefähren Winkeln von 40 oder 50 Grad (*) hervorgeschossen wären, ohne daß etwas in den davon gemachten Beschreibungen und Abzeichnungen zu finden wäre, welches uns diese beständige Richtung und Neigung, die doch in die Augen fällt, zu verstehen gäbe.

Wir haben schon die Regelmäßigkeit erwähnet, womit die sechs Kügelchen, daraus ein größeres Kügelchen des Blutes zusammen gesetzet ist, sich an einander schliessen, um dasselbe zu bilden; welches gewißlich nicht geschehen könnte, woferne sie nicht gegen einander eine Bestrebung hätten, deren Richtung genau bestimmt wäre. Vier kleine Kügelchen berühren einander in den Winkeln eines Quadrates, ein fünftes ist auf die Lücke gesetzet, welche sie in der Mitte des Quadrates lassen,



(*) S. zum Exempel *Ed. Luidii* Lithophylacii Britannici Ichnographiam p. 122. &c.

und ein sechstes stellet sich unter diese Lücke dem fünften gegen über.

Die sechse zusammen, wenn sie von irgends einer Kraft an einander gedrücket werden, machen eine einzige glatte Kugel aus, auf deren Fläche man nur noch die Spuren ihrer Berührung und ihrer Vereinigung in sechs gleichen und ähnlichen Figuren von krummen Seiten sieht. Jedes dieser zusammen setzenden Kügelchen, die man vom zweyten Range nennen kann, besteht selbst aus 6 andern, auf ähnliche Art zusammengefügten, die vom dritten Range seyn werden, diese wieder aus 6 andern vom vierten Range, und so fort, ohne daß man dieser geometrischen Progreßion, deren Exponente 6 ist, ihr letztes Glied vorschreiben könnte; so, daß nach **Leeuwenhoeken**, der sie durchs Vergrößerungsglas gesehen, und uns ihre Zusammensetzung genau beschrieben hat, jedes der großen Kügelchen des Blutes zum wenigsten aus 36 also abnehmenden Kügelchen zusammengesetzet ist. (*) In dem Blute gewisser Fische sind es nicht mehr Kügelchen, sondern kleine ovale Körperchen, die in der Mitte durchbohret sind, wie Ringe oder vielmehr wie Rosenkränze aus Körnern von einerley Figur, die einander, wie eben so viele Magnete, in ihren Polen berühren; denn ich zweifele nicht, daß hier etwas den magnetischen Trieben ähnliches ist, sowohl bey den rothen Theilchen des Blutes der Fische, als bey den Kügelchen des menschlichen Blutes. Die kleinsten dieser Theile, die sich noch durch ein Ver-

(*) Ihre Figuren sieht man auf der II Tafel No. 2. G. L. M. N. nach diesem Scribenten Arcan. Nat. det. t. 3. ep. 128. und noch besser, nach dem Herrn **Martine** in den Edenburger Versuchen 2. Th. G stellet die sechs Kügelchen vor, die ein großes C ausmachen, dessen Durchmesser folglich gegen den Durchmesser eines der kleinen sich verhält, wie die Cubicwurzel aus sechs gegen die Cubicwurzel aus 1, oder zum nächsten wie 20 gegen 11. Dieses muß man sich auch von jedem Kügelchen G des zweyten Ranges gedenken, und so fort. Das sechste Kügelchen dieser Gruppe muß man sich unter demjenigen einbilden, welches mitten zwischen den vieren liegt.

Vergrößerungsglas sehen lassen sind Millionen mal kleiner als ein Sandkorn, ob sie gleich vermuthlich Millionen mal größer sind, als die Bestandtheile des Wassers, derer Figur und Größe uns bisher noch kein optisches Instrument hat entdecken können. Hieran fehlet es eben, daß wir in diesen Theilen die Mechanik nicht entdecken können, die wir ihnen nur durch Muthmaßungen, und zu Folge gewisser Erscheinungen zuschreiben müssen.

Von den Salzen werden, wie wir schon haben zu verstehen gegeben, beständig gewisse Figuren, gewisse Zusammenfügungen der Theile in ihrem Anschiessen angenommen und behalten. Einige, als das Kochsalz geben Würfel, oder ein wenig hohle Pyramiden, darinne die Nadeln den Seiten des Quadrates parallel, und um den Mittelpunct der Rümpfe, daraus diese Würfel bestehen, herum liegen. Andere machen prismatische Körper von vielen Seiten, die einander bald gleich, bald ungleich sind, Nadeln, vieleckichte Körper von unterschiedenen Arten.

Die Stücke vom Isländischen Crystalle sind lauter schiefe parallelseitige Körper, an denen jede zwo von den sechs Flächen mit einander spitzige Winkel von 78 Grad 8 Minuten, und stumpfe Winkel von 101 Grad, 52 Minuten, begreifen, als welche beyde Winkel mit einander zween rechte machen, gleichwie in dem Eisse vom Wasser die Winkel von 60 und von 120 Grad.

Eben so ist es bey den meisten, sowohl crystallischen, als metellischen Zusammenwachsungen, bey den figurirten Steinen von allerley Art, und vornämlich bey den Markasiten, die wie kleine Würfel gestaltet sind, sowohl bey den kupferhaltigen und goldfarbigen, als auch bey den eisenhaltigen und arsenischen oder weissen, derer wunderwürdiger Bau, so sichtbar er auch ordentlich ohne ein Vergrößerungsglas ist, doch den Naturforschern verborgen geblieben zu seyn scheint; wenigstens habe ich nirgends etwas gefunden, daß sie davon gesaget hätten.

Was ich also in diesem Baue, als das sonderbareste bemerke, und was unserm Vorhaben vollkommen zu statten kömmt, ist, daß in diesen Markasiten, welche die Figur von Würfeln, oder von rechtwinkligen parallelseitigen Körpern haben, und ganz aus kleinen Nadeln von einerley Materie zusammengesetzet sind, diese Nadeln allezeit ordentlich so gerichtet sind, daß sie rechte Winkel mit einander machen, nicht die, welche in einer Seitenfläche liegen, als wie die Nadeln in der Oberfläche des Eisses, die mit einander Winkel von 60 oder von 120 Grad machen, sondern, die in einer Seitenfläche mit denen in einer andern: das ist, daß sie in ieder der sechs Flächen des Würfels mit einander parallel, und auf die Nadeln in ieder der vier anliegenden Flächen perpendikulär sind, gleichwie diese Flächen selbst, nach der Natur des Würfels oder des parallelseitigen rechtwinkligen Körpers, auf einander perpendikulär stehen (*).

Wenn hier sonst nichts wäre, als ein ungefährer Haufen von metallischen Stäubchen, die an sich selbst unbestimmt wären, und auch von keiner Ursache, von keinem äusseren oder inneren Flüßigen, gelenket würden: so würden sie sich nicht allemal so setzen, daß sie Würfel, oder Stückchen von Würfeln, wie sie zuweilen thun, mit einander macheten, sie würden nicht alle einander parallel seyn. Wenn sie auch alle einander parallel wären, so würden sie eben nicht den beyden entgegengesetzten Seiten der mehrseitigen Fläche, die auf den andern beyden rechtwinklicht stehen, parallel seyn. Wenn sie auch auf einer Fläche also neben einander lägen, so würden sie nicht auch auf den übrigen eben so gelegt seyn, sie würden diese Seiten unter mancherley Winkeln schneiden. Warum geschieht es aber allezeit unter rechten Winkeln? Wie kömmt es, daß die Fasern oder Nadeln auf den vier an einander stossenden Flächen sich allezeit in solche Stellung setzen, daß sie von den Nadeln der anliegenden Seitenfläche rechtwinklicht durchschnitten werden? Diese Stellung ist gar so beschaffen, daß

(*) Man sehe die II. Tafel No. 3. Figur C.

daß man sich solche nicht so gleich einbilden kann. Denn die Fasern auf einer Fläche könnten denen auf den beyden anliegenden und einander entgegengesetzten Flächen perpendikulär, und denen auf den beyden andern anliegenden und einander entgegengesetzten Flächen parallel seyn. Endlich, warum ist dieses in verschiedenen Würfeln nicht bald so bald anders? Was könnten wohl bloße Nadeln, oder kleine Plättchen Metall die keinen besondern Trieb gegen einander hätten, durch ihre Zusammenkunft anders hervorbringen, als unförmliche und einander ganz unähnliche Klumpen, zumal in dem Inneren der Erde, unter einer unendlichen Menge anderer Dinge, die um sie herum sind, die sie von allen Seiten stossen und zusammendrücken?

Noch mehr, diese beständige Stellung und Ordnung der Fasern ist nicht nur auswendig, sie erstrecket sich bis zum Mittelpunkte des Würfels, alle seine Theile beobachten eben dasselbe Gesetz, man mag sich ihn nun schichtweise, oder in solche Theile, die wie Futterale in einander stecken, getheilt gedenken; so daß man sich diesen Würfel vorstellen kann, als ob er aus sechs vierseitigen Pyramiden zusammengesetzet wäre, derer iede zu ihrer Grundfläche eine von den sechs Flächen des Würfels, und zu ihrer Spitze seinen Mittelpunkt hätte. Man kann sich, sage ich, vorstellen, daß ein solcher Würfel entstanden ist, indem lauter platte Flächen von parallelen Fasern nach und nach über einander geleget worden, von seinem ersten Ursprunge an, da er nur fast noch ein Punct war, bis zu dem Zustande, darinne man ihn sieht. Jede Pyramide besteht folglich aus nichts, als aus platten Flächen von Nadeln oder Plättchen, die so wohl einander selbst, als auch denen in der gerade entgegengesetzten Pyramide parallel sind, und mit denen in den vier übrigen Pyramiden, die sich an jener ihre Seiten anschließen, rechte Winkel machen; (*) welches gewiß

(*) Es sey C (Tafel II. No. 3.) der würfelige Marcasit, und P eine der Pyramiden, daraus er zusammengesetzet ist Die paralle-

wiß nimmermehr durch einen blinden Zufall und eine ungefähre Zusammenfügung würde bewerkstelliget werden, und von nichts anderen herrühren kann, als von einer bestimmten und sehr beständigen Bestrebung der Theile, es sey übrigens die Mechanik und die Ursache derselben, welche man wolle, mit einem Worte, von einer solchen Bestrebung, dergleichen ich mir in den Nadeln des Eisses vorstelle, in Ansehung des Winkels, unter dem sie sich auf einer platten Fläche an einander zu fügen gewohnt sind, ob gleich nicht auf eine so unveränderliche Art, wegen der schon angeführten, oder noch anzuführenden Ursachen.

Alle diese Dinge, und hundert andere, die ich nicht erwähnen will, haben also eine Bestrebung nach einer bestimmten Zusammenfügung und Richtung der Fasern, welche von der Zusammenfügung und Richtung der Theile des gefrierenden Wassers in nichts unterschieden sind, als in dem Winkel, unter welchem die Zusammenfügung geschieht, und in

parallelen Striche in diesen Figuren bedeuten die Richtung der Fasern und die Punkte bedeuten ihre Durchschnitte. Wenn man einen solchen Würfel mit einer platten Fläche, die zwoen Seiten parallel geführet wird, durchschneidt, so wird die Figur S den Durchschnitt vorstellen, der durch den Mittelpunkt geht, und Σ den, welcher zwischen dem Mittelpunkte und einer Seitenfläche durchgeht. Dieser letztere giebt vier Trapezien, die wechselsweise gestrichelt und punctiert sind, und um ein Quadrat herum liegen, dessen Striche rechte Winkel mit den Strichen der zweyen Trapezien von gleicher Art machen; und diese Trapezien sind desto größer, das Quadrat aber ist desto kleiner, ie näher der Schnitt bey dem Mittelpuncte durchgeführet wird. Um den Unterschied zwischen diesem Baue und demjenigen, den wir oben dem Würfel des Kochsalzes zugeschrieben haben, vor Augen zu stellen, so sey M (No. 4) einer von diesen Würfeln, wie er durchs Vergrößerungsglas gesehen wird, und T einer von den Rümpfen oder Pyramiden, daraus er zusammengesetzet ist. Von diesen Rümpfen, derer Größe immer abnimmt, ist immer einer in den andern gesteckt, von dem kleinsten an, dessen Ränder

in einigen andern Umständen, welche die Aehnlichkeit so wenig aufheben, daß sie dieselbe vielmehr größer machen.

Aber wir wollen diese Inductionen durch etwas gewissers beschliessen.

## Neuntes Hauptstück.

### Beweise von dieser Bestrebung der Theilchen des Wassers, sich unter einem Winkel von 60 Graden mit einander zu verbinden.

Es ist eben nichts seltenes, daß Schnee fällt, welcher aus Sternen von 6 gleichen Stralen zusammengesetzt ist, oder unter welchem doch viele solche Sterne mit vorkommen. Ihre Stralen sind in gleichen Weiten von einander, und so genau gesetzet, als es schwerlich von der festesten Hand mit dem feinesten Zirkel würde geschehen können. Sie sind bald kleiner, bald größer,

Ränder und Spitze den Sinnen nach in den Mittelpunct der Seitenfläche des Würfels zusammen fallen, bis zu dem größten dessen Ränder mit den Kanten des Würfels übereinkommen. Ein Durchschnitt dieses Würfels, durch den Mittelpunct, und parallel mit zwoen seiner Seitenflächen, giebt bloß ein Quadrat Q, das mit Puncten, oder mit den Enden der durchschnittenen Nadeln der vier übrigen Pyramiden, erfüllet ist: aber ein Durchschnitt zwischen dem Mittelpuncte und einer Seitenfläche wird das Quadrat Z machen, welches aus vier rechtwinklichten parallelseitigen Figuren, die mit seinen Seiten parallel gestrichelt sind, einem Quadrate in der Mitte dieser viere, das auf gleiche Art gestrichelt ist, und vier punctirten Quadraten, in den vier Winkeln, besteht. Es sind diese vier Quadrate desto größer, und die parallelseitigen Figuren desto kleiner, je näher der Schnitt beym Mittelpuncte geschehen ist. Die schiefen Durchschnitte der beyden Würfel C, M durch die einander schief entgegengesetzten Kanten, durch die Ecken u. s. w. würden noch andere Sonderheiten hervorbringen, die ich mit Stillschweigen übergehe.

größer, zuweilen von zwo Linien im Diameter, doch fast allezeit dem bloßen Auge sichtbar. (*) Da haben wir also kleine Faden von Wasser oder Eisse, die in der Atmosphäre schwebend, wo sie völlige Freyheit gehabt haben ihre Bestrebungen auszuüben, sich unter dem Winkel von 60 Grad an einander gefüget haben. Denn diese Zahl ist der sechste Theil von 360 Grad, welche der Umkreis des Zirkels in sich hält, und folglich das Maas eines jeden der sechs gleichen Winkel, die ihre Spitzen in seinem Mittelpuncte haben.

Man muß aber nicht aus der Acht lassen, daß diese Stralen zum öftern mit andern kleinen Eißfaden besetzt gefunden werden. Denn es legen sich an diese Stralen Eißfaden vom zweyten Range, an diese wieder andere vom dritten Range, u. s. f. und zwar allezeit unter dem beständigen Winkel von 60 Grad an; welches unter dem Vergrößerungsglase leicht daraus zu sehen ist, weil sie dem Strale oder dem Eißfaden des höhern Ranges, der ihnen zur Seite liegt, parallel sind. Und hieraus entsteht eine Art von Laubwerke und von Röschen, die nicht unwürdig wären, unter den Zierrathen vom besten Geschmacke ihren Platz zu bekommen. Herr Müſſchenbroek hat solche sechseckige und ästige Sternchen wahrgenommen, an denen sich der Winkel von 60 Grad überall zeiget, und hat eine Abzeichnung von ihnen gegeben, die alles das, was wir nur erst davon gesaget haben, sehr gut ausdrücket (**) Ich habe einmal in Paris eben dergleichen gesehen, nur daß sie nicht so sehr zusammengesetzet

(*) Ihre Figur, ungefähr von gewöhnlicher Größe, sieht man in A, Num. 5. Taf. II. Von den übrigen Figuren B, C, D, F, wird unten im dritten Abschnitte geredet werden; doch können sie indessen einen Begriff von der Mannichfaltigkeit geben, die unter diesen Figuren in dem zu verschiedenen Zeiten oder in verschiedenen Ländern gefallenen Schnee statt findet.

(**) Essai de Physique, p. 806. Ihre Figur ist auf unsrer II. Tafel Num. 5. F. aber, wie leicht zu erachten ist, sehr über die Natur vergrößert.

gesetzet waren. Zwo andere Arten von Sternen, die der verstorbene Herr **Cassini** 1692 im Schnee (†) gesehen hat, sind von den **Müsschenbroekischen** in nichts unterschieden, als darinne, daß an statt blosser Aeste, die viele Zweige von sich schiessen, hier gleichsam mit ihren Blättern gezierte Aeste sind; und ich müßte sehr irren, wenn sie nicht auch mit den sechseckichten Sternen einerley wären, die **Kepler** gesehen, der erste, der, so viel ich weis, ihrer gedacht, und einigen ausführlicheren Bericht von ihnen gegeben hat. (*) Es giebt endlich auch welche, die dem blossen Auge nicht anders aussehen, als sechs spitzige Stralen, so wie man ordentlich die Sterne des Himmels malet, ja es giebt ihrer noch von verschiedenen andern Figuren, die aber allezeit in ihren Theilen das Gesetz des Winkels von 60 Grad beobachten, und derer Erzählung überflüßig seyn würde.

Man könnte sagen, daß vielleicht salzige Ausdünstungen, die bis in eine gleich hohe Gegend der Luft gestiegen wären, die wässerigen Dünste und die Theilchen des Eisses daselbst in eine solche Zusammenfügung versetzeten. Dieses aber ist meines Erachtens gar nicht wahrscheinlich, denn wir werden hier wiederum antworten, daß Salze von so verschiedener Art, und die in so verschiedenen Figuren anschiessen, den Theilchen des Wassers oder des Eisses, die sich zwischen ihnen zusammen fügen, nimmermehr mit solcher Regelmäßigkeit und mit solcher Beständigkeit einerley Winkel geben könnten: und wenn das auch wäre, so könnte man mit eben so gutem und noch besserem Rechte von der unterem Gegend der Atmosphäre, wo wir das Gefrieren des Wassers wahrnehmen, eben das behaupten, woraus denn eben dieselbe Bestrebung der Theilchen des Wassers wenigstens mittelbar und als eine Wirkung folgen müßte.

Carte-

(†) Mem. de l'Acad. To. X. p. 37.

(*) *Strena seu de nive sexangula*, p. 5. - - flocculi sparsim in vestem meam deciderent, omnes sexanguli, villosis radiis.

**Cartesius**, in seinen Meteoren, hat über diese Arten von Sternen einen so leichten als witzigen Einfall gehabt. Sechs gleiche Zirkel, die um einen siebenten beschrieben sind, berühren so wohl ihn als auch einander selbst: und so ist es auch mit sechs Kugeln, die auf einer platten Fläche um eine siebente herum gesetzet werden: und folglich werden sechs kugelrunde Wassertröpfchen, die um ein ihnen gleiches herum zu liegen kommen, damit ein Blümchen von sechs Ecken oder sechs Spitzen ausmachen, wenn der dreyeckichte Raum, den sie zwischen einander und den mittelsten leer lassen, mit Eisse erfüllet angenommen wird. Und wenn man sich einbildet, daß hernach viel andere ähnliche Tröpfchen oder Theilchen sich in einer Reihe, und nach eben diesen sechs Stralen, welche die ersten Tröpfchen um den gemeinen Mittelpunct gemachet hatten, um diese herum stellen: so ist es klar, daß ein sechseckiger Stern daraus entstehen wird. Dieses würde nun in diesem Falle geschehen, ohne daß diese Theilchen durch eine treibende oder anziehende Kraft, noch durch irgends eine Bestrebung dazu bestimmet würden. Das ist die Erklärung dieses Weltweisen ihrem Inhalte nach: alle weiche und biegsame Zirkel oder Kügelchen, die so um einander herum liegen und zusammen gepresset werden, müssen sich allemal in Sechsecke verwandeln.

**Erasmus Bartholin** gab 1661 eine Abhandlung von den sechseckigen Sternchen im Schnee heraus, (*) darinnen er die **Cartesianische** Erklärung völlig annimmt, und nur mit einigen besonderen Anmerkungen und mit einer Gelehrsamkeit, die aber im Grunde der Sache nichts ändert, ausschmücket. Er dringt sehr darauf, und mit Rechte, daß man die Erfahrungen auf eine bloß mathematische und mechanische Art erklären müsse. Allein die Erklärung ist nicht weniger mechanisch, bey solchen Fällen, wenn sie sich auf Bewe-

(*) De Figura nivis, die man zu Ende der Abhandlung seines Bruders (Thomas B.) de nivis usu medico findet.

Bewegungen gründet, die festen Körpern, oder den Bestandtheilen eines jeden Körpers von einem unsichtbaren Flüßigen mitgetheilet werden, welches die Ordnung in ihren Richtungen, und in ihrem innerlichen oder äusserlichen Baue bestimmet, als wenn sie auf dem bloß geometrischen Grunde ihrer Figuren und Maßen beruhet. Wie könnte man ohne dieses die beständige und bestimmte Ordnung begreifen, darein sich der Feilstaub von Eisen um einen Magnet herum stellet? Also wenn die bloße unbelebte Geometrie zur Hervorbringung gewisser Wirkungen augenscheinlich unzulänglich befunden wird, so muß man wohl seine Zuflucht zu diesen subtilen und wirksamen flüßigen Materien nehmen, derer Daseyn uns tausend andere Wirkungen entdecken.

Ich zweifele nicht daran, daß des **Cartesius** Theorie in unzählichen Fällen statt finde, und in die der Natur so gewöhnliche sechseckige Figur viel Einfluß habe. Die Augen oder Crystallen der meisten Fliegen, die zu beyden Seiten ihres Kopfes bey tausenden beysammen liegen, stellen uns nichts anders, als Sechsecke, vor; die Zellen in den Honigwaben, die Saamenbehältnisse vieler Pflanzen sind sechseckig, und fast alle Crystallen, in ihrer Erzeugung, bestehen aus nichts als sechseckigen Pyramiden oder Prismaen. Ist es aber indessen auch so gar gewiß, daß in allen diesen Fällen nur die **Cartesianische** Theorie zu Rathe zu ziehen sey? Die fünfeckige Figur ist in der Natur nicht weniger gemein; eine Menge Pflanzen zeigen uns solche gleicherweise an ihren Saamenbehältnissen, und an ihren Blumenblättern, die Meersterne an ihren Stralen, verschiedene Foßilien und fast alle Igelsteine durch die Stellung ihrer Zacken.

Ich halte also dafür, daß diese Theorie weder bey der Erscheinung, wovon hier die Rede ist, noch bey unzählich vielen anderen, die ihr ähnlich seyn mögen, sich anwenden lasse.

Denn 1. warum stellen sich die kleinen Wasserkügelchen, aus denen die Wolke besteht, nur auf einer platten Fläche

neben einander? Was wird aus denen, die sich über und unter dieser Fläche ohne Ordnung beysammen befinden? Was könnte wohl jemals, oder fast jemals, aus einer solchen ungefähren Zusammenkunft, anders entstehen, als Flocken, welche Kugeln mehr oder weniger ähnlich wären, oder Knäuel, wie man dergleichen manchmal in gewissen Hagelkörnern sieht.

2. Durch welche Verknüpfung von Zufällen könnte es kommen, daß da die zweyte Reihe von Kügelchen, welche um die sechs ersten rings herum geht, bey nahe zwölf und ein halbes fassen kann, wenn man es genau nimmt, doch nur allemal sechs sich genau auf eben dieselbe Fläche und in eben dieselben sechs vom Mittelpuncte ausgehende Stralen stelleten, und so weiter in den übrigen Reihen? Sollten sie nicht viel eher zwischen zwey Kügelchen der ersten Reihe, und innerhalb des von zween Stralen gemachten Winkels zu liegen kommen? Würden sie nicht da viel leichter Platz finden? Sollten sie nicht von den Kügelchen der höheren Reihen dahin gestossen werden? Denn ein Körper, welcher von denen, die ihn umgeben, nach allen Seiten gedrücket wird, geht allemal nach der Seite zu, von welcher er am wenigsten gedrücket wird, als hier, zum Exempel, nach dem leeren Platze oder dem Zwischenraume zwischen den Enden zweer Stralen. Hierzu kömmt noch, daß die Schwierigkeit, und ich möchte wohl sagen die Unmöglichkeit, dieser Zufälle in eben der Verhältniß zunimmt, wie die Länge der Stralen in Vergleichung mit ihrer Dicke. Denn es lassen sich alsdenn desto mehr Reihen gedenken. Es ist aber die Dicke der Stralen in den einfachsten dieser Sterne manchmal kaum der zehnte Theil von ihrer Länge.

3. Wenn wir auch wider alle diese Gründe zugäben, daß ein solcher Stern mit sechs bloßen Stralen in einer platten Fläche so erzeuget würde, wie könnten wir uns die Erzeugung derer gedenken, die mehr zusammengesetzt sind, und derer

Stralen

Stralen viele Aeste (*) haben, an welchen wieder Zweige sind, wie bey den Bäumen, wo diese Zertheilung unendlich fortgeht? Wodurch werden sie in den Stand gesetzet, das Gleichgewicht mit den umliegenden Wasserkügelchen zu halten, die ihnen einen Druck oder Stoß nach den Mittelpunct, oder nach dem untersten Theile des Hauptstrales geben, mit dem sie einen Winkel von 120 Graden machen, als die Erfüllung des Winkels von 60 Graden, den sie mit dem oberen Theile eben dieses Strales einschliessen? Und eben das läßt sich wieder von den Aesten fragen, welche aus den Nebenstralen entspringen. Beweist nicht die beständige Wiederholung dieser Wirkung wider alle Regeln der Statik, daß eine solche Mechanik in einem solchen Falle falsch sey, und daß gewiß eine andere Ursache wirke? Es ist auch zu glauben, daß **Cartesius**, dessen Grundsatz sonst sehr schön ist, nur solchen Schnee mag gesehen haben, in welchem die Sterne viel weniger zusammengesetzet gewesen sind, als die davon wir jetzo geredet haben, und doch viel mehr, als die so wir einfach genennet; das ist, in welchem die sechs Spitzen jedes Sternes ohne Zweifel dem Ansehen nach die Figuren der sechs dreyseitigen Räume behalten hatten, welche zwischen sechs Zirkeln bleiben, die einen siebenden von gleichen Durchmesser berühren.

4. Endlich wenn auch diese Eigenschaft der Kügelchen, die übrigens keinen Trieb hätten, sich in einer bestimmten Ordnung an einander zu fügen, in solchem Falle statt hätte, welches doch unbegreiflich ist: warum stellen sich denn die Blutkügelchen des zweyten Ranges nicht eben so, je sechse und sechse, um ein anderes Kügelchen, und auf einer platten Fläche, herum? Denn so bald die Figur und ein ungefährer Zufall diese Zusammenfügung verursachen, so thut die Materie nichts dabey, und, es mögen die Tröpfchen oder Kügelchen von Blute, oder von Wasser, oder von sonst einem andern Wesen seyn, die Wirkung wird allemal einerley



(*) Man sehe die Figur F. Num. 5. Taf. II.

seyn müssen. Die Kügelchen des Blutes würden höchstens nur dieses voraus haben, daß den Sinnen nach eine vollkommenere Gleichheit unter denen befindlich ist, die mit einander ein Kügelchen eines andern Ranges ausmachen; welches man nicht von den Wassertropfen setzen kann, und welches doch zu jener geometrischen Eigenschaft erfodert wird. Woher kömmt es, mit einem Worte, daß das geometrische Gesetz der Zusammenfügung nach Sechsecken in einer platten Fläche über diese Kügelchen keine Macht hat? Denn wir haben in dem vorhergehenden Hauptstücke gesehen, daß sie sich nach Quadraten, und je viere und viere auf einer Fläche zusammen fügen, und in der Mitte zwischen einander einen leeren Platz lassen, welcher oben von einem anderen Kügelchen von eben dem Range, und unten von einem dergleichen bedecket wird, so daß auf solche Weise aus den sechs kleinern Kügelchen das nächst größere zusammengesetzet wird, und so fort durch alle Ordnungen dieser Kügelchen. Wo bleibt, sage ich, in diesem Falle, die geometrische Ursache der Stellung von sechs Kügelchen um ein siebentes?

Man muß also bey den Eißtheilchen, aus welchen die Sternchen des Schnees gebildet werden, wie bey den Blutkügelchen, eine andere Ursache zugeben, eine selbst wirkende Ursache, eine weit verborgenere Mechanik, dazu viel mehr gehöret, und davon wir nichts genaues zu sagen wissen, eine Richtung der Fasern, der Oeffnungen, oder der Röhren, und, ich scheue mich nicht es zu sagen, eine Art eines organischen Baues, welcher diese Theilchen der Bewegung oder der Bestrebung fähig mache, die ihnen ein subtiles Flüßiges eindrücket, welches sich zwischen ihnen, oder in den Theilen selbst, woraus sie bestehen, beweget, und in diese beständige Zusammenfügung bringt, die allemal den Winkel von 60 oder von 120 Grad zum Grunde hat.

Wir werden von diesem aus der Erfahrung gezogenen Grundsatze, der von äusserster Wichtigkeit ist, noch etwas in einem

einem der folgenden Hauptstücke berühren, und ihn, so oft es die Gelegenheit giebt, noch mehr bestätigen.

## Zehntes Hauptstück.

### Dritte Ursache vom Aufschwellen des Wassers beym Gefrieren, die Verrückung seiner Theilchen wegen ihrer Bestrebung, unter einander Winkel von 60 Grad zu machen.

Diese Bestrebung ist itzo erwiesen worden, so viel es sich hat thun lassen. Man hat über dieses, und zwar bey der Betrachtung des Eisses vom Wasser selbst, gesehen, daß entweder seine Bestandtheile selbst, oder die aus ihnen beym Gefrieren entstehenden ersten merklichen Häufchen, länglicht seyn müssen. Aus diesen beyden Erfahrungen folget augenscheinlich ein Grund von der Ausbreitung und dem Aufschwellen des gefrierenden Wassers. Länglichte Theile, die sich bestreben, unter irgends einem Winkel sich zusammen zu fügen, und an einander zu henken, müssen sich nach der Gegend, die dem Orte ihrer Verbindung entgegengesetzet ist, nothwendig von einander sperren, und zwar desto weiter, ie größer derselbe Winkel ist, oder ie näher er einem rechten kömmt. Der Winkel von 60 Graden, den uns alle unsre Wahrnehmungen als den gewöhnlichsten zeigen, wäre ohne Zweifel viel größer, als es zum Aufschwellen des gefrierenden Wassers nöthig ist, wenn die Bestrebung, die ihn hervorbringt, sich darinne ohne alles Hinderniß äussern könnte. Aber, aller Wahrscheinlichkeit nach, kann dieses in einer nicht gar geringen Masse Wasser nicht geschehen, wenn sie gefriert, so groß auch die Kälte seyn mag, wodurch das Gefrieren veranlasset wird. Die ätherische Materie, welche die Flüssigkeit des Wassers erhielt, kann es weder so geschwind noch so gänzlich verlassen, daß eine so große Wirkung erfolgen könnte, die nur in den kleiner Theilchen des Wassers statt

 hat,

hat, aus denen diese Materie leichtlich nach allen Seiten entweichen, und in die umliegenden Körper fahren kann, woferne diese festen oder flüßigen Körper vermöge ihrer Structur dieselbe aufzunehmen fähig sind. Dieses kann man an dem Schnee sehen, nicht allein an dem gesternten Schnee, davon wir vorhin geredet haben, sondern auch an dem allergemeinesten. Man betrachte einen Schneeflocken durch ein Vergrößrungsglas, so wird man sehen, daß er aus kleinen Eißfaden, aus kleinen an einander hängenden Nadeln zusammengesetzt ist, die, nach dem Augenmaaße zu urtheilen, Winkel von ungefähr 60 Grad, oder unzählich viel andere, allemal sehr große Winkel, mit einander machen, und einander niemals, oder fast niemals, parallel sind. Ich sage fast niemals; denn ausser dem, daß es hier sehr schwer fallen würde, die Winkel genau zu messen, so ist es nicht zu verwundern, daß Schneeflocken, indem sie in der Wolke an einander stossen, indem sie in der ihnen widerstehenden Luft herabfallen, oder von dem Winde getrieben werden, von verschiedenen Seiten ein wenig zusammengedrücket werden, und dadurch die so zarten und zerbrechlichen Theile, woraus sie bestehen, unter einander in einige Unordnung gerathen, und mehr oder weniger aus derjenigen Lage kommen, welche sie zuvor gegen einander hatten, oder ohne diese Hinderniße würden gehabt haben. Hier haben wir ein sinnliches Beyspiel derjenigen Bestrebung, von welcher die Rede ist, wenn sie sich an kleinen Theilchen des Wassers ungehindert beweisen kann. Die daher entstehende Vergrößerung des Raumes erstrecket sich so weit, daß 10 bis 12 Cubiczoll Schnee manchmal nicht einen Cubiczoll Wasser geben; da hingegen der Raum, den eine Masse Wasser, in dem Stande ihrer ordentlichen Flüßigkeit, einnimmt, nicht viel mehr, als um den zehnten Theil zunimmt, wenn sie gefriert, wie wir solches an seinem Orte sehen werden.

Die beyden ersten Ursachen, denen wir das Aufschwellen des gefrierenden Wassers beygemessen haben, sind keineswe-

ges

ges erdichtet; aber, wenn ich sie mit dieser und mit der Erfahrung vergleiche, so scheinen sie mir schwach, in gewisse Fälle eingeschränkt, und oft unzulänglich zu seyn.

Die eine, die auf die Ausbreitung der in dem gefrierenden Wasser zurückbleibenden Luft, und die andere, welche auf die Unruhe und Zerrüttung, die in dem Wasser von der herausgehenden Luft angerichtet wird, gegründet war, müßten beyde aufhören zu wirken, oder nur gar schwach wirken, wenn das Wasser entweder durch widerholetes Kochen, oder durch Hülfe der Luftpumpe, von Luft wohl gereiniget worden wäre: allein daß dieses geschehe, sieht man nicht. Das Eiß, welches aus solchem Wasser wird, erlanget bey nahe einen eben so großen Zuwachs vom Raume, als das Eiß aus ordentlichem Wasser: Ein Beweis, daß es noch im Wasser eine andere Ursache der Ausbreitung geben muß, die von den beyden anderen nicht abhängt, und vermuthlich viel stärker ist, als beyde.

Es ist ein Versuch, den ich oftmals mit vieler Sorgfalt angestellet habe, und der gleicher maaßen von andern (*) ist unternommen worden, denen er vermöge ihrer Geschicklichkeit gewiß gelungen seyn würde, wenn die Sache möglich gewesen wäre: aber niemals hat man es dahin bringen können, daß man Eiß bekommen hätte, welches im Wasser zu Boden gesunken wäre. Indessen müßte doch dieses angehen, woferne die ausgedehnte Luft, die sich in dem Wasser verhält, und die Zerrüttung, die von der herausfahrenden unter den Theilen des Wassers angerichtet wird, die einzige oder die stärkste Ursache von dem Aufschwellen des gefrierenden Wassers wären. Denn wenn gleich die Luft sich nicht völlig auspumpen ließe, wie es sich denn auch wirklich nicht thun läßt: so würde doch die gewiß sehr ansehnliche Verdichterung der eigenthümlichen Materie des Wassers durch die Kälte über die Kraft der wenigen zurückbleibenden Luft die Oberhand behalten. Ich weis wohl, daß Herr Homberg 1693 einen



(*) Von Boylen. Philos. Transact. No. 62.

Versuch (*) angestellet hat, daraus er geschlossen, daß das Eiß, welches er bekommen hatte, schwerer wäre, und weniger Raum einnähme als das Wasser, woraus es geworden war: aber Herr Homberg hat dieses aus dem bloßen Ansehen des Stückes Eiß geurtheilet, und nicht aus seiner Eintauchuug ins Wasser, die doch, meines Erachtens, der einzige entscheidende und unwidersprechliche Beweis von der Leichte oder Schwere des Eisses in Vergleichung des Wassers ist. Wider den scheinbaren Raum lassen sich tausend Einwendungen machen, und diese vor allen andern, daß die äussern Theile an dem Stücke Eiß unmerklich verflogen sind, wodurch, wie wir an seinem Orte sehen werden, der Raum um ein großes vermindert werden kann.

Uebrigens, wenn man auf nichts sehen wollte, als auf die Kraft der in die Blasen eingeschlossenen Luft in dem fliessenden Körper, und auf die Gewalt, welche sie also haben müßte, die Gefässe zu zersprengen, wie man sieht, daß es das Eiß thut, so würde die Wirkung größer zu seyn scheinen, als daß sie von ihrer Ursache, die man in der Luft allein suchen wollte, herkommen könnte. Und was die Zerrüttung anlanget, welche in dem Augenblicke, da das Wasser gefriert, durch die aus seinen Zwischenräumchen herausfahrende Luft unter seinen Theilchen angerichtet wird, so ist es schwer zu begreifen, daß, da die hieraus folgende Wirkung doch der Kraft proportionirt seyn muß, welche diese Luft anwendet, durchzubrechen, und die Theilchen aus ihren Lagen zu bringen, gleichwohl daraus dieses fast unbändige Aufschwellen entstehen könnte, woferne sich keine andere Ursache darein mengete. Und diese Ursache ist, meines Erachtens, eben die dritte. Die folgenden Beyspiele werden den Leser in den Stand setzen, von der Sache zu urtheilen.

Eilftes

(*) Mém. de l'Acad. To. X. p. 255.

# Eilftes Hauptstück.

## Von der Kraft des gefrierenden Wassers, die Gefäße, darinnen es eingeschlossen ist, zu zersprengen, als einer Folge der Vereinigung aller derer Ursachen, die etwas zu seinem Aufschwellen beytragen.

Es ist viel leichter, sich zu überzeugen, daß diese Kraft sehr groß sey, als ihre Gränzen anzugeben. Jedermann hat gesehen, daß dicke Gefäße von sehr harter Materie zersprungen sind, wenn das in ihnen enthaltene Fliessende gefroren ist, und wir haben die Umstände dabey schon angezeiget, als wir dasjenige beschrieben haben, was sich kurz vor und bey dem Gefrieren selbst zuträgt. Es ist nichts weiter übrig, als daß wir von dieser Sache noch einen genaueren Bericht geben.

Zween große porcelanene Blumentöpfe, die mit Wasser gefüllet auf einem Kamine stunden, wo des Tages Feuer unterhalten wurde, und in derer Oeffnungen ich Zwiebeln von Hyacinthen gesetzet hatte, fand ich den andern Morgen nach einer sehr kalten Winternacht zersprungen, und die Stücken des Porcelanes, welche davon herunter gefallen waren, hatten wenigstens eine Dicke von einem halben Zolle.

Man list in den Geschichten der Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1670, daß Hr. **Büot** hierüber einen Versuch wiederholet hat, der schon im Jahre 1667 vom Hrn. **Huygens** war angestellet worden. Ein eisernes Rohr, einen Finger dick, das mit Wasser gefüllet, und wohl verschlossen war, hat man, nachdem es einem starken Froste war ausgesetzet worden, binnen 12 Stunden an zween Orten zersprungen gefunden. Also hat in einem solchen Falle das gefrierende Wasser so viel Kraft, als das entzündete Schießpulver, und vermuthlich weit mehr, als die in den Windbüchsen noch so sehr zusammengedrückte Luft.

Doch

Doch wir haben von dieser Sache nichts so ausführliches, noch umständlicheres, als das was in der Akademie zu Florenz (*) ist unternommen worden. Unter vielen Gefässen von Glase und von verschiedenen Metallen, die meistens Kugeln oder Afterkugeln, und sehr dick gewesen sind, mit denen man diesen Versuch angestellet hat, und die alle zersprungen sind, ist auch eines von Kupfer gewesen, bey welchem Hr. **Müsschenbroek** die zu seiner Zersprengung nöthige Kraft ausgerechnet, die er so groß befunden hat, daß sie ein Gewicht von 27720 Pfunden hätte erheben können (**).

Die kleinsten Bißchen Wasser, wenn sie zwischen den Fasern des härtesten Holzes zu Eisse werden, sind zuweilen stark genug, das ganze Gewebe derselben zu zerreissen. Ich habe von der Gewißheit dieser Erfahrung in **Languedoc** und in **Provance** lange Zeit betrübte Proben vor Augen gehabt, an denen Orten, wo Oelbäume waren: denn, nach dem damaligen Urtheile der Akademie der Wissenschaften (†), sind in dem harten Winter 1709, diese Bäume nebst einigen anderen, als Lorberbäumen, Cypressen, Feigenbäumen, Steineichen, deswegen erstorben, weil sie von einem starken Froste sind befallen worden, da die Wurzeln bey Gelegenheit des gleich vorhergehenden Thauwetters, wovon der Schnee zerschmolzen war, viel Wasser in sich gezogen hatten. Dieses Wasser, das sich in die kleinen Röhrchen gezogen hatte, ist darinnen, als es gefroren ist, aufgeschwollen, hat die Fasern und alle organische Theile des Baumes, die sich ihm widersetzet haben, aus einander getrieben, alles gewaltig ausgedehnet, und zerrissen. Es waren auch **die ältesten und stärkesten Bäume, die am häufigsten starben**, weil ihre Fasern am wenigsten biegsam waren.

Wenn Steine, die noch zart sind, kurz vor dem Froste naß gemachet werden, so verderben sie und zerfallen in Blätter.

(*) Saggi di naturali Esperienze. &c.

(**) Addit. ad Tentam. Exp. Acad. del Cimento. p. 135.

(†) Hist. de l' Acad. des Sc. 1710. p. 59.

ter. Selbst der Marmor, welcher durchs Schiessen ist gewonnen worden, und in welchem die plötzliche Gewalt des Pulvers, wovon seine ganze Masse ist erschüttert worden, tausend unmerkliche Ritze gemacht hat, worein sich das Wasser zieht, und worinne es hernach gefriert, ist eben diesem Unfalle unterworfen, welches den Bildhauern und Baumeistern nicht unbekannt seyn darf.

## Zwölftes Hauptstück.

### Daß das Bestreben nach der Verbindung unter einem Winkel von 60 Grad, und die daher rührende Bemühung der Theilchen des gefrierenden Wassers sich auszubreiten, auch in andern Umständen, die den Umständen des Gefrierens ähnlich sind, statt finden, ohne von der Kälte oder dem Froste verursachet zu werden.

Was wir bisher von der Gewalt gesaget haben, womit das Wasser, indem es gefriert, sich ausbreitet, und die Gefässe, die es in sich halten und seiner Ausbreitung widerstehen, zersprenget, hat sich nicht weiter als auf das Gefrieren selbst erstrecket. Aber sollte nicht das Gefrieren bloß eine gelegenheitliche Ursache dieser Wirkung seyn? Sollte diese Wirkung davon unzertrennlich seyn? Mit einem Worte, sollten nicht die Bestandtheile des Wassers oder seine Stäubchen selbst vermöge ihrer Structur, und vermöge der ätherischen, elastischen Materie, welche sie durchdringt oder belebet, und ohne Zuthun des Gefrierens und der Kälte, einen Grund der Ausbreitung und der ausdehnenden Kraft in sich haben, welcher sich zu zeigen nur solche Umstände erwartet, die den Umständen des Gefrierens ähnlich sind? Dieses verdienet gewißlich, untersuchet zu werden, und wird die Theorie, die wir von dieser Sache vorgetragen haben, in ihr völliges Licht setzen.

Ein fliessender Körper gefriert, wenn die subtile ätherische Materie, oder das elementarische Feuer, welches die Ursache seiner Flüßigkeit ist, der Menge und ausdehnenden Kraft nach in den Zwischenräumchen seiner Theile schwächer wird, oder sich aus diesen hinweg in den umliegenden Raum begiebt, so wie wir es in dem ersten Theile dieser Abhandlung erkläret haben. Aber finden nicht eben diese oder doch gleichgiltige Umstände auch alsdenn statt, wenn das Fliessende in so kleine Theilchen ist zertheilet worden, die mit einander kein Ganzes mehr ausmachen, das merklich fliessend wäre, und denen die ätherische Materie, welche seine Flüßigkeit unterhielt, auf allen Seiten entgeht? oder wenn diese Theilchen von einem solchen festen oder flüßigen Wesen umgeben sind, in dem sich dieselbe Materie leichter bewegen kann, und deswegen von ihr verlassen werden? Und wenn dieser fliessende Körper, nachdem die kleinen Theilchen, darein er getheilet worden, sich in dieses Wesen hineingezogen haben, darinne eine ausdehnende Kraft äußert, sich ausbreitet, oder dasselbe aufschwellet, ob es gleich an sich selbst keine ausdehnende Kraft hat: wird man nicht sagen können, daß diese Kraft den Theilchen des fliessenden Körpers zukomme, sie mögen nun dieselbe von einer Ursache haben, von welcher sie wollen? Nun ist es eben dieses, was dem Wasser in gewissen Dingen wiederfährt, in die es eindringt, oder von denen es selbst durchdrungen wird; es übet in derselben eben diese Kraft aus. Also haben die Theile des Wassers an sich selbst und ohne Zuthun des Frostes eine ausdehnende Kraft.

Das sind unsre Schlüsse: nun wollen wir die Erfahrung zu Rathe ziehen.

Die eigentlich so genannte Erde, die man wohl von dem Sande, so fein er auch seyn mag, zu unterscheiden hat, ist von der Zahl derjenigen Dinge, in welche das Wasser eindringt, indem es sich, so zu sagen, in seine ersten Elemente zertheilet. In dem Staube, in der Erde, oder in dem Thone, der nichts anders ist als eine fette Erde, ist jedes Körperchen wie ein

Schwamm, der sich ganz voll Wasser sauget, da hingegen jedes Sandkörnchen eine Art Crystalle ist, in welchen sich kein Wasser ziehen kann. Dieses ist von dem Herren von **Reaumür** vollkommen erwiesen worden, in seiner Abhandlung **von der Natur der Erde überhaupt**, die er der Akademie der Wissenschaften 1730 übergeben hat. Er hat es durch unzähliche Versuche und unstreitige Erfahrungen bewiesen, die man in dieser vortreflichen Abhandlung finden kann. Ich begnüge mich, diesem eine einzige Wahrnehmung beyzufügen, die ich oft gemachet habe, und die vor jedermanns Augen liegt.

In Gärten an den Terrassen, und in vielerley horizontalem Mauerwerke, welches dem Wetter ausgesetzt ist, sieht man oft zwischen den Stufen der Treppen, zwischen großen Quadersteinen Lücken von vielen Zollen, die mit Erde ausgefüllet sind. Wie haben diese Lücken werden können, wobey ein ungeheuerer Widerstand des Gewichtes und des Reibens hat müssen überwunden werden? Man darf der Sache nur ein wenig nachdenken, und diese Eigenschaft der Erde wissen, welche ihr vornehmstes Kennzeichen ist, so wird man es bald begreifen. Ein Mangel der Stetigkeit, ein anfangs unmerklicher Zwischenraum oder Spalt zwischen zweyen Werkstücken, giebt ein wenig erdigem Staube Platz. Dieser Staub wird mit Wasser von Regen oder Thaue angefeuchtet, schwillt davon auf, treibt die Steine aus einander, und vergrößert die Lücke. Die Trockenheit kömmt dazu, die Erde setzet sich, lässet einen leeren Raum zwischen den beyden Stücken, darein fällt neuer Staub; und diese Abwechselung von neuer Erde, Anfeuchtung, und Austrocknung ist vermögend, endlich sehr große Steine aus einander zu treiben, so gar daß sie gänzlich von ihrem Lager verdrungen werden, ohne daß es der Mörtel, darein sie gesetzt waren, verwehren kann.

Hätte wohl eine solche Wirkung von der Erde ganz allein durch die Kraft des Keiles, welche bey dieser Gelegenheit

nur

nur durch ihre Schwere ausgeübet werden könnte, herkommen können? Würde wohl das Wasser ganz allein, woferne es hier eben so wirket, dazu seyn vermögend gewesen? Sollte es die Luft thun, die sich vom Wasser los gemachet hat? Allein die Luft, ob sie gleich mit einer ausdehnenden Kraft begabt ist, hat nichts, daß dieser Kraft gleich käme, wenn es ihr nicht von einer über die maße großen Hitze, oder von einer fremden Zusammendrückung, die selbst von einer wirksamen Kraft herkommen muß, mitgetheilet wird: und hier sieht man keine von dieser Ursachen der wirksamen Kraft, und des erstaunlichen Aufschwellens, weder in der Luft noch im Wasser. Was ist denn diese neue Kraft, die aus der Vermischung dieses Wassers mit ein wenig Erde entspringt? Wir haben sie eben erst angezeiget.

Herr de la Hire erzählet, bey Gelegenheit einer ähnlichen Kraft (*) etwas, das übrigens gar bekannt ist, aber doch hier alle unsre Aufmerksamkeit verdienet. Es giebt Steinbrüche, und das sind ordentlich diejenigen, die etwas von der Natur der Kieselsteine haben, und die man Mühlsteinbrüche nennet, weil man die Mühlsteine daraus nimmt; es giebt, sage ich, Steinbrüche, wo man um sehr große Steine zu gewinnen, und sie von dem Felsen abzulösen, nichts weiter thut, als daß man rings herum und sehr nahe bey einander kleine Löcher ungefähr zween Zoll tief, und drey oder vier Linien im Diameter weit, einschlägt. Hierein treibt man mit Gewalt Pflöcker von Weidenholze, die erst im Ofen wohl sind getrocknet worden; hernach gießt man Wasser darauf, dieses zieht sich in die Pflöcker, sie schwellen auf, und ein ganzer Stein-Block spaltet sich, oder wenn es ein Mühlstein ist, der noch an dem Felsen anhängt, so löset er sich davon ab.

Man rechne nunmehr die Kraft aus, die man anwenden müßte, solche Gewichte zu heben, und zugleich eine sehr große Festigkeit zu überwinden. Indessen sind es bloß etliche

(*) Mem. de l'Acad. To. IX, p. 95.

che Tropfen Wassers, die sich in das schwammichte Wesen des Weidenholzes gezogen haben, welche die Stelle dieser Kraft vertreten, und Wunder thun. Aber durch was für Kraft ist denn das Wasser darein gedrungen? und durch welche Mechanik übet es darinne eine so erstaunliche Gewalt aus? Ich sehe da nichts, als ein stilles und, so zu sagen, freywilliges Wirken seines Gewichtes. Man darf sich hier ebenfalls nicht auf das Gesetze des Keiles berufen: allein thut ein Keil nichts, oder was er thut, das thut er durch sein Gewicht, wenn ihm kein fremder Schlag zu Hülfe kömmt. Und wo ist hier dieser Schlag? wo ist ein gleichgiltiges Gewicht in dem Wasser, das sich in den Löchern des Holzes versteckt hält? Man muß also den Theilen des Wassers eine ausdehnende Kraft zugestehen, die ihnen eigen ist, und die nach der Wahrscheinlichkeit in nichts besteht, als in dieser Bestrebung, gegen einander eine Neigung unter einem bestimmten Winkel anzunehmen, der sich bey dem Gefrieren offenbaret.

Demnach sind Erde, Holz, und alle andere Sachen, darinnen die Theilchen des Wassers eine so gewaltsame Wirkung thun, nur die gelegenheitlichen Ursachen davon, in so ferne das Wasser in ihnen so klein zertheilet wird, daß es fast seine Flüßigkeit verliert, und daß die Theilchen, daraus es zusammengesetzet ist, ihre Bestrebung Winkel mit einander zu machen, und sich auszubreiten, wieder erlangen. Der Raum, darinne sich das Wasser unter dieser Forme befindet, sey nun leer, oder mit Luft, oder mit einem andern Flüßigen erfüllet: wir werden darinne allemal einerley Wirkung wahrnehmen.

Niemanden ist die ungeheuere Gewalt der Dämpfe unbekannt, welche in einem genugsamen engen Raume eingeschlossen sind, wo sie sich nicht ausbreiten können. Die in Engelland erfundene Feuermaschine (*) beruhet auf keinem anderen

(*) Diese Maschine dienet das Wasser aus der Tiefe durch Röhren zu heben, derer Kolben von dem Dampfe des siedenden

anderen Grunde. Was ist aber ein Haufen von Dämpfen anders, als ein Flüßiges, welches in gegenwärtiger Betrachtung aus den von einander getrennten Theilen eines fliessenden Körpers entsteht? Die Dämpfe sind also nichts, als sehr kleine Theilchen des Wassers, welche einen solchen Grad der Theilung erreichet haben, daß die subtile Materie, von der sie durchdrungen wurden, ganz oder zum Theile in den umliegenden Raume, nämlich in die Luft, oder in einen von Luft leeren Raum fährt, und ihnen die Freyheit läßt, sich unter dem für sie bestimmten Winkel zusammenzufügen, sich auszubreiten, und sich sparrenweise an einander zu stämmen. Auf solche Weise nehmen sie einen Raum ein, oder bestreben sich einen Raum einzunehmen, der unbeschreiblich viel größer ist, und der demjenigen Raum, den sie einnahmen, als sie noch in der Gestalt eines fliessenden Körpers mit einander vereiniget waren, dreyzehn bis vierzehn tausendmal in sich hält. Es ist ein Haufen lauter elastischer Federn, die entweder allein, oder mit denen in der Luft zugleich wirken. Und es folget hieraus, daß das Wasser, welches in seinem Stande der Flüßigkeit sich nicht merklich zusammendrücken läßt, und folglich nicht elastisch ist, durch diese Veränderung, und durch diese Auflösung in die kleinsten Theilchen, so wohl der Zusammendrückung fähig, als auch elastisch gemacht wird. (*)

Ich gestehe, daß alle diese Erfahrungen, und viele andere, die ich übergehe, eigentlich nur die große Kraft anzeigen, welche

denden Wassers in Bewegung gesetzet worden. Ihr Erfinder ist Thomas Savery gewesen. Fast zu gleicher Zeit hat in Deutschland Dionysius Papinus dergleichen Maschine erfunden, die zwar nicht so vollkommen ist als die Englische, aber doch vielleicht zu noch größrer Vollkommenheit gebracht werden könnte. U.

(*) Man sehe die Versuche des Herrn Clayton Phil. Transact. 1739. num. 454. welche zeigen, daß das vom Feuer getriebene Wasser unendlich mehr ausdehnende Kraft besitzet, als die Luft.

welche die Bestandtheile des Wassers, oder seine Stäubchen, sich auszubreiten anwenden, so bald sie klein genug geworden sind, aber nicht ihre Bestrebung, sich genau unter dem Winkel von 60 Grad zusammen zu fügen. Jedoch aus den Umständen, die wir bey dem Gefrieren bemerket haben, und sonderlich aus der Bildung der sechs eckigen Sterne des Schnees, die in der That nichts anders zu seyn scheinen, als eine Zusammenfügung von Faden gefrorener Dämpfe, die eben diesen Winkel mit einander machen, ist es so natürlich, auf diese Bestrebung zu schliessen, daß ich glaube, man müsse sie annehmen, so lange ihr nicht neue Erfahrungen entgegen gesetzet werden können.

Es folget endlich aus allem, was wir bisher gesaget haben, wie auch schon ist angemerket worden, daß da die Luft, welche mit andern Körpern innigst vermischet ist, in ihnen den Sinnen nach die ausdehnende Kraft verliert, womit alle Luft in Massen, oder in dem Stande ihrer Flüßigkeit, begabt ist, das Wasser hingegen in ihnen seine ausdehnende Kraft wieder erlanget, indem es seine Flüßigkeit verliert. Daß aber die Luft den Sinnen nach in den Körpern mit denen sie innigst vermischet ist, als im Wasser zum Exempel, worinne man weis, daß sie in sehr großer Menge anzutreffen ist, ihre ausdehnende Kraft, oder, welches einerley ist, ihre Fähigkeit zusammengedrücket zu werden, verliert, daran ist nicht zu zweifeln, weil das Ganze, oder das Wasser im Stande seiner Flüßigkeit, sich den Sinnen nach nicht zusammendrücken läßt. Indessen können diese dem Scheine nach einander so entgegen gesetzten Wirkungen wohl nur von einer einzigen Ursache herrühren, welche in Theile von verschiedener Figur und Structur verschiedenlich wirken mag. Wir müssen auch darauf hierbey Acht geben, daß die Theile der Luft so wohl als auch des Wassers, wenn sie in einem freyen Raume, und in dem Stande der eigentlich so genannten Flüßigkeit sind, ihre ausdehnende Kraft auf

gleiche Weise ausüben. Denn das Wasser, wie wir in unsern Erklärungen angemerket haben, wenn es in Dampf verwandelt wird, höret auf ein fliessender Körper zu seyn, und bleibt nur noch ein flüßiger Körper.

* * * * * * * * * * * * * * * * *

# Zweyter Abschnitt.

## Besondere Fragen über die Erscheinungen bey dem Eisse, in Absehen auf den Zustand und die Umstände, darinne sich das Wasser, welches gefrieren soll, befindet.

## Erstes Hauptstück.

### Ob das Wasser, welches man hat sieden lassen, leichter gefrieret?

Es ist eine ganz gemeine und sehr alte Meynung, daß das abgesottene Wasser viel eher gefriert, und daß es überhaupt in einerley Grade der Kälte kälter wird, als gleiches Wasser, das aber durchs Sieden keine Veränderung gelitten hat. Dieses bezeuget das berüchtigte abgekochete oder abgesottene Wasser des Kaysers Nerons, Neronis decoctu, welches dadurch, nachdem Plinius (*) die Eigenschaft erlanget hatte, durch Hülfe des Schnees, womit man das Gefäß, darein es war gegossen worden, umlegete, kälter zu werden, als es sonst würde geworden seyn, und das zwar, setzet er hinzu, ohne von der Schädlichkeit des Schnees etwas an sich zu nehmen. Dieses Vorurtheil hat man, glaube ich, gar so weit getrieben, daß man gesaget hat, das abgesottene Wasser, welches noch nicht einmal wieder kalt geworden

(*) Hist. natur. l. 31. cap. 3. num. 23.

worden ist, gefriere eher, als ordentliches kaltes Wasser, wenn beyde in gleich starken Frost gesetzet werden.

So ungereimt auch dieser letzte Satz zu seyn scheint, so habe ich doch nicht ermangeln wollen, den Versuch anzustellen. Es ist aber der Erfolg davon so gewesen, wie man ihn erwarten mußte. Das abgekochte Wasser war noch nicht wieder kalt geworden, als das andere schon gefroren war.

Wir wollen also nur bey solchem abgesottenen Wasser stehen bleiben, welches man wieder bis auf den Grad abgekühlet hat, welcher der Kälte des rohen Wassers zu gleicher Zeit zukömmt. Es ist nicht so leicht vorher zu sehen, was in diesem Falle geschehen wird.

Ich habe zween gleiche Theile Flußwasser, davon der eine abgesotten war, in zwey ähnliche Gefässe von einerley Materie und von einerley Größe gegossen, und als ich, eine oder zwo Stunden nach dem Absieden des erstern, durch Eintauchung des Thermometers befunden hatte, daß beyde Theile einerley Grad Kälte hatten, der nämlich um 5 oder 6 Grad von dem Grade des Frostes unterschieden war, so habe ich auf einem Fenster beyde dem Froste ausgesetzet. Ich habe diesen Versuch oft und zu vielen malen wiederholet, und gefunden, daß beyde Theile Wasser fast zu einer Zeit gefroren sind, das ist, daß ordentlich dieser Zeitpunct für beyde einerley gewesen ist, und daß sich nur manchmel ein Unterschied von einer oder zwo Minuten gezeiget hat, um welche bald das abgesottene Wasser, bald das rohe, eher gefroren ist; worüber man sich nicht wundern darf, da in dergleichen Versuchen tausend unmerkliche Umstände den Erfolg anders und anders machen können. Hieraus habe ich geschlossen, wie schon vor mir von geschickten Naturkundigen (*) geschehen ist, daß, wenn ja das Absieden einen Unterscheid machet, solcher doch unmerklich sey.



(*) *Mariotte* Traité du mouvement des eaux, in 12. p. 11. *Perrault*, Experiences sur la Congelation. num. 1.

So ist es auch bey dem Schnee und dem zerschmolzenen Eisse, wenn man sie mit eben der Behutsamkeit von neuen gefrieren läßt, und die Zeit, welche dazu erfodert wird, mit der Zeit vergleicht, binnen welcher solches Wasser gefriert, das den ganzen Winter über noch nicht gefroren ist.

Man sieht hieraus, wie wenig man der Wahrscheinlichkeit bey solchen Dingen trauen darf. Denn, wenn sonst alles einerley ist, so scheint es in der That, daß abgekochtes Wasser am ersten, und viel eher, gefrieren müßte, der gemeinen Meynung gemäß. Die Gründe hiervon sind folgende.

Obgleich nicht alles, was aus dem siedenden Wasser in Gestalt der Luftblasen in die Höhe steigt, wirklich lauter Luft ist, die sich von dem Wasser losreißt, sondern zum Theile auch wohl entweder ein sehr dünner Dampf, oder eine Art von Luft leerer Räume, oder bloß subtile Materie, oder Feuer seyn kann: so ist dennoch kein Zweifel, daß durch das Sieden eine große Menge Luft ausgejaget wird. Dieses ist durch viele Versuche bewiesen, und vornehmlich durch den mit dem Eisse selbst, welches von solchem Wasser entsteht, und welches allemal, wenigstens dem Ansehen nach und in diesem Betrachte, viel fester, nicht so löcherig, und nicht so von großen sichtbaren Blasen unterbrochen ist, als das Eiß von ungekochtem Wasser, wie in dem vorhergehenden Abschnitte ist angemerket worden. Da nun diese starke Bewegung in dem gefrierenden Wasser das Gefrieren selbst aufhalten muß: so scheint es, daß abgesottenes Wasser, in welchem währendes Gefrierens nicht so viel große Luftblasen aufsteigen, die es zertheilen, und es nach der Oberfläche, indem sie herausfahren, bewegen, nach Proportion eher gefrieren sollte, als ungekochtes Wasser, welches eben deswegen diesen Bewegungen mehr unterworfen ist.

Man könnte denken, daß in der Zeit, da man das abgeabgesottene Wasser wieder so kalt werden läßt, als das andere ist, mit welchem man es vergleichen will, die Luft sich von neuem in die Zwischenräumchen seiner Theile ziehen, sich

mit ihnen innigst vermischen, und gewisser maassen darinne auflösen könne, wodurch denn das Wasser in einen gleichen Zustand gesetzet würde, als wenn es nicht gesotten hätte. Allein ob es gleich wahr ist, daß Wasser, welches man durchs Sieden oder durch die Luftpumpe von Luft gereiniget hat, von neuem wieder Luft in sich sauget, so bald es an die Luft gesetzet wird: so erhellet doch aus allen Versuchen, die mir bekannt sind, und vornehmlich aus den Versuchen des Herren **Mariotte** (*), daß die Luft, welche dem Wasser ist entzogen worden, ihm nicht eher als in 7 oder 8 Tagen wiederum völlig ersetzet wird; und folglich müßte das Wasser in unserm Versuche, und in dem Falle der gegenwärtigen Frage, noch sehr von Luft seyn entblösset gewesen.

Aber noch mehr, sind denn die Bestandtheile des Wassers einander so gleich, so ähnlich, daß nicht einige darunter flüchtiger sind als die andern, und nicht im Sieden davon fliegen? Der Kanzler Bacon, der über diese Sache viel nachgedacht hatte, meynete diese Frage mit Nein beantworten zu können, und ein großer Arzt und Chymiste unsrer Zeit (**) ist der Meynung, **daß einige Theile des Wassers subtiler, einige schwerer zu seyn scheinen, daß die erstern, als die fähigster zur Bewegung, leichter in die Höhe steigen, wenn die Hitze zunimmt - - - daß im Sieden des Wassers die subtilesten Theile in die Höhe fliegen, und die gröbsten und** zur Gesundheit **am wenigsten nützlichen bleiben.** Dieses vorausgesetzet, sollte man nicht denken, daß das Wasser, dem man also die subtilesten Theile genommen hat, viel eher und bey viel geringerer Kälte zur Schwächung der Bewegung in der ätherischen Materie, wodurch seine Flüßigkeit unterhalten ward, Anlaß geben, und also weit eher gefrieren müßte, als das Wasser in seinem natürlichen Zustande?



(*) Discours de la nature de l'air.

(**) Frid. *Hoffmann.* Diss. phys. & med. sur la vertu de l'eau commune, §. VII. In dem Recueil des pièces sur les vertus médicinales de l'eau commune.

Es folget wenigstens aus allen diesen Wahrnehmungen, daß entweder die Bestandtheile des Wassers einander viel ähnlicher sind, als man nach diesen Versuchen denken sollte, oder daß die subtilesten Theile des Wassers sich von den gröbsten nicht so leicht trennen lassen, und endlich, daß beyde Arten von Theilen sehr schwer zu zerlegen, oder auch nur aus der Ordnung zu bringen sind, welche sie unter einander halten, und darein sie sich alsbald wieder setzen, wenn es wiederum in seinen natürlichen Zustand kömmt. Denn es ist gewißlich eine eigene Ordnung unter den Theilen des Wassers, welche sie zu erhalten suchen, so wohl wenn es noch fliessend ist, als auch in dem Augenblicke, da es gefriert; wie wir solches in dem vorhergehenden Abschnitte gesehen haben.

Man könnte von dieser Art der Unveränderlichkeit des Wassers eine noch stärkere Probe vermittelst der Digestions-Maschine des Papinus machen: weil man (*) versichert, daß in derselben die Hitze dieses fliessenden Körpers zu einem solchen Grade gebracht werde, daß Bley und Zinn, die an einem eisernen oder meßingenen Drate darein gehenket worden, zerschmelzen, da sonst die ordentliche Hitze des siedenden Wassers, wie man weis, viel geringer ist, als daß sie diese Metalle schmelzen könnte (**), und insgemein gar für unveränderlich gehalten wird, wenigstens in einem Clima, und unter einerley Grade der Zusammendrückung, der Atmosphäre, welchen das Barometer anzeiget. Allein zu geschweigen, daß ich noch einigen Zweifel trage, ob dieses Bley und dieses Zinn von der Berührung des Wassers, oder vielmehr von der Nähe des Eisens und des inwendigen Randes

(*) *Musschenbroek*, Essai de Physique. p. 434.

(**) Die Hitze des geschmolzenen Bleyes, zum Exempel, ist, nach einer Tabelle, oder einem Maaßstabe der Grade der Wärme, den man in den philosophischen Transactionen Num. 270 findet, wenn alles auf das Thermometer des Herrn Reaumür reduciret wird, ungefähr 232 Grade über dem Puncte des Frostes, da die Wärme des siedenden Wassers höchstens nur auf den 82. Grad steigt.

des der Maschine schmilzt, so weis ich auch nicht, ob man dem Wasser diese Hitze zuschreiben könne, die in dem Ganzen ist, welches von lauter Theilchen des Feuers so durchdrungen ist, wie das Holz, wenn es in glüende Kohlen verwandelt worden. Alle Substanzen, mit denen man einen solchen Raum erfüllete, würden, wie mir dünket, in diesem Falle der Hitze gleich fähig seyn. Doch dem sey, wie ihm wolle, da ich mich bisher davon nicht durch eigene Versuche habe unterrichten können, so kann ich nicht sagen, was dem Wasser, das durch eine solche Hitze wäre getrieben worden, wiederfahren würde, wenn man es gefrieren ließe.

Was die bloße Abkühlung des gesottenen Wassers betrift, welche man für vollkommener gehalten hat, als wenn es nicht gesotten hätte: so habe ich es versuchet, und einen Theil von dergleichen Wasser in die Tiefe eines Brunnens gehenket, einen andern Theil aber in Schnee oder Eiß gesetzet, daß das Gefäß ganz damit ist umgeben gewesen, und habe beyde Theile unter gleichen Umständen mit anderm Wasser, das nicht abgesotten war, verglichen, aber auch hier keinen merklichen Unterschied gefunden.

## Zweytes Hauptstück.

## Ob die großen Flüsse auf ihrer Oberfläche, oder auf dem Grunde, zu gefrieren anfangen.

Da diese Frage mir niemals eine Frage gewesen ist, und da mir, als ich die Hand an dieses Werk, in den vorhergehenden Ausgaben, geleget habe, keine Wahrnehmung und kein Versuch bekannt gewesen ist, der mir in dieser Sache einigen Zweifel hätte erregen können: so glaubete ich den Zweifeln, die etwan bey dem Leser entstehen könnten, gnugsam vorgebeuget zu haben, indem ich die Art und Weise, wie das Eiß anfängt sich zu formiren, so, wie es im ersten Hauptstücke des vorhergehenden Abschnittes geschehen ist, vorgetragen habe. Indessen weil die gemeine Meynung, daß in den Flüssen das Eiß auf dem Grunde zu werden an-

fange, seit derselben Zeit berühmte Vertheidiger gefunden hat: so kan ich nicht umhin, die angeblichen Gründe davon zu untersuchen. Ich werde aber nicht viel mehr thun dürfen, als nur dasjenige abschreiben, was ich davon anderswo (*) gesaget, als ich einen Auszug aus der Abhandlung gemachet habe, die der Herr Abbe Nollet vor etlichen Jahren in der Akademie der Wissenschaften über diese Materie gelesen hat.

Man erwähle sich ein Lehrgebäude von der Entstehung des Eisses, welches man wolle, so ist es offenbar, daß das Wasser, wenn es fest wird und gefriert, diese neue Veränderung durch nichts anders leide, als durch die Berührung oder Annäherung eines andern festen oder flüßigen Körpers, welcher einen größern Grad von Kälte hat, als das Wasser hatte, ehe es gefror, und der wenigstens so groß ist, als der zum Froste gehörige Grad. Es kann also das Wasser nirgends, an seiner Fläche, an dem Theile, welcher der Wirkung dieses Körpers oder dieses Flüßigen, der Luft, zum Exempel, am meisten ausgesetzet ist, zu gefrieren anfangen. Das bestätiget die Erfahrung, und überhaupt giebt man es zu.

Wir haben oben angemerket, daß wenn man bey Frostwetter einen Becher voll Wasser in die kalte Luft setzet, sich in kurzen auf der Oberfläche dieses Wassers kleine Eißfaden sehen lassen, die, indem sie sich gerade mit ihren Enden, oder auf den Seiten, oder unter einer gewissen Neigung an einander fügen, anfangs eine Art von Netzen, und endlich eine merkliche Haut von Eisse machen, die mehr oder wenig dick ist, nachdem die Kälte stark ist; und daß, wenn es möglich wäre, daß diese ersten Faden oder diese entstehenden Stücke Eiß unter dem Wasser würden, solche alsbald ihrer Leichte wegen nach der Oberfläche heraufsteigen müßten, weil die Schwere des Eisses, wie bekannt ist, und unten besonders ausgeführet werden soll, viel kleiner ist, als die Schwere des Wassers in dem Stande seiner Flüßigkeit. Auch dieses bestätiget die Erfahrung, weil die ersten Stücke Eiß allemal auf der Oberfläche wahrgenommen werden.

(*) Hist. de l' Acad. 1743.

Was für ein ausserordentlicher Umstand sollte nun verursachen, daß die großen Eißschollen, die man in den großen Flüssen schwimmen sieht, auf dem Grunde, oder auf dem Erdboden unter dem Wasser entstünden, ehe sie zur Oberfläche heraufstiegen? War nicht die Kälte dieses Bodens vor dem Froste geringer, als die Kälte des Gefrierens ist? Hat nicht die Kälte, die sich in der Atmosphäre hat müssen empfinden lassen, erst die äussere Fläche des Wassers treffen müssen, ehe sie bis auf die Fläche des Grundes, und bis in den Boden, der dieselbe berühret, gedrungen ist?

Einer klaren und einfältigen Theorie setzet man die Erfahrung entgegen, oder, genauer zu reden, das Zeugniß einer Anzahl von Leuten, welche sehr ungeschickt sind, die Erfahrung, die so oft zweifelhaft oder zweydeutig ist, zu prüfen und zu bestätigen. Die Müller, die Fischer, die Fuhrleute, die Schiffer auf großen Flüssen, und der Pöbel, welcher viel an den Ufer derselben zu thun hat, zeugen einstimmig für das Vorurtheil, daß das Eiß eher im Grunde, und auf dem Boden ihres Bettes, als auf ihrer Oberfläche entstehe. Sie sagen, sie hätten die Eißschollen vom Grunde heraufkommen sehen, oder sie mit ihren Stangen davon los gemachet, wenn sie es nicht gar der Sonne zuschreiben, welche sie von dem Grunde, wo sie sich in der Nacht angeleget hätten, wie sie sagen, losmache, und des Tages nach der Oberfläche herauf ziehe. Man muß indessen bekennen, daß einige einen Grund angeben, der sich besser hören läßt, nämlich, daß man oft auf der einen Seite einer schwimmenden Eißscholle kenntliche Spuren des Erdbodens und des Kiessandes fände, darauf sie entstanden wäre, und darauf es in der That scheint, daß sie einige Zeitlang müsse gelegen haben, ehe sie vom Strome ist fortgerissen worden.

Allein sollten nicht dergleichen Erdschollen von dem Ufer des Flusses, von den Inseln, von den Sandbänken, und Untiefen herkommen, welche sie unterweges angetroffen haben, und von welchen sie hernach wieder los und nach dem Strome zu gestossen worden sind? Wird man nicht auch ihrer

viele

viele den Bächen und kleinen Flüssen zuschreiben müssen, die sich in den großen ergiessen, und die wegen ihrer geringen Breite, und wegen der geringen Weite ihrer Ufer von einander, keine andere, als solche, Eißschollen geben können? Denn es ist nicht zu zweifeln, daß diese Eißschollen, welche bey starckem Froste in den großen Flüssen gehen, wenigstens zum Theile von solchen Ursachen herrühren. Dem sey aber, wie ihm wolle; die Akademie, die über diese Frage mehr als einmal ist zu Rathe gezogen worden, hat sich allezeit an die allgemeine Theorie gehalten, und hat den Gedanken und Wahrnehmungen derjenigen ihrer Mitglieder gefolget, die am meisten über die Erscheinungen des Eisses gearbeitet haben.

Inzwischen muß ich doch hier einen Naturkundigen nennen, der sich durch die Scharfsichtigkeit, die er in den feinesten Versuchen hat blicken lassen, hervorgethan hat, und der den gegenwärtigen Fall von der allgemeinen Theorie ausnimmt, und der gemeinen Meynung beypflichtet. Herr **Hales**, ein Mitglied der Königlichen Gesellschaft in London, saget in seinem vortreflichen Buche von der **Statik der Gewächse** mit klaren Worten, er hätte in einem Flusse zu gleicher Zeit Eiß auf der Oberfläche gesehen, das ein Drittel, eines Zolles dick gewesen wäre, und durch dieses Eiß anderes, das am Grunde gehangen, und das man, nachdem es wäre losgebrochen worden, fast einen halben Zoll dick befunden hätte. Dieses untere Eiß, setzet er hinzu, lag bey dem Ufer, an dem oberen an, und die Weite zwischen den beyden Schichten Eiß wurde immer größer, je mehr die Tiefe des Wassers zu nahm; und er schreibt diese Wirkung dem Strome des Wassers zu. „Da man (*), sagt er, niemals „gesehen hat, daß Teiche, Sümpfe, und sonst stehende Was„ser auf dem Grunde angefangen haben zu gefrieren: so „muß nothwendig der Strom des Wassers in den Flüssen „Ursache davon seyn; denn es ist gewiß, daß in den stillste„henden Wassern, eben wie in der Erde, die Oberfläche viel „kälter ist, als die tieferen Gegenden, da hingegen in den fliessen=

(*) Nach des Herrn Büffon Uebersetzung aus dem Englischen.

„fliessenden Wassern, wo sich das untere mit dem oberen „vermischet, eines bey nahe so kalt wird, als das andere, „und weil das obere mehr Geschwindigkeit hat, als das un„tere, und doch nicht kälter ist, so gefriert es zuletzt?

Es wäre also auszumachen, ob das Hinderniß, das die Bewegung dem Gefrieren der Oberfläche des Wassers machet, stärker ist, als dasjenige, welches von der geringeren Kälte auf dem Grunde herrühret. Allein wir werden bald sehen, daß, wenn sonst alle Umstände einerley sind, die Ruhe des Wassers das Gefrieren keinesweges beschleuniget, sondern vielmehr aufhält, oder bey hartem Froste ganz und gar verhindert. Noch mehr, wenn von einem Faden Wasser, welcher auf den Grund gegangen wäre, daselbst Eiß geworden wäre, warum stiege dieses Eiß nicht augenblicklich in die Höhe, da es doch, wie schon ist angeführet worden, weniger Schwere hat? Doch wir wollen nicht weiter die Folgen einer Theorie untersuchen, die nicht angenommen werden kann, woferne die Erfahrung, welche sie voraussetzet, nicht gewiß ist. Es kömmt nur darauf an, daß man diese Erfahrung bestätige, oder über den Haufen werfe, oder die darinne liegende Zweydeutigkeit entdecke. Das Zeugniß des Herren **Hales** verdienete dergleichen Untersuchung, die an sich selbst lehrreich, und aller der Sorgfalt würdig ist, welche der Herr Abbe Nollet angewendet hat, sie überzeugend und entscheidend zu machen.

Wir wollen gleich anfangs bemerken, 1. daß die Wahrnehmungen, die Herr **Hales** erzählet, an einem Orte des Flusses, wo man das Vieh zur Tränke führet, und wo er folglich nicht tief war, sind angestellet worden; 2. daß das Eiß, welches er da gesehen hat, weil es nur ein Drittel eines Zolles dick gewesen ist, ihm nicht hat verstatten können, darauf hinzugehen, um es weiter hinein zu untersuchen; 3. daß das Zeugniß der Fischer so oft in dieser Erzählung vorkömmt, daß zu besorgen ist, Herr **Hales** habe sich darauf allzusehr verlassen.

Er giebt zu, daß an dem auf den Flüssen entstehenden Eisse die unterste Seite nicht eben ist, wie sie an dem Eisse des stehenden Wassers ordentlich befunden wird; daß sie nicht so hart, sondern wie mit einem Staube von mehr oder weniger grünelichten Stückchen Eiß überzogen ist, so daß dieses Eiß hierinne den Steinen ähnlich ist, die man aus den Steinbrüchen nimmt, und die mit einem zarten und dünnen Theile, wie mit einer Wolle, besetzet sind; und endlich daß man unten an diesem Eisse oft Erde und allerley Unreinigkeit findet, dergleichen auf dem Grunde eines Flusses seyn mag. Allein der Herr Abbe Nollet, ist weit davon entfernt, daß er gläubete, diese Eißschollen wären auf dem Grunde, und unter dem Wasser entstanden, wie man dafür hält, weil man sie daran hat hängen sehen. Wir wollen inzwischen nicht läugnen, daß die Fährleute zuweilen mit ihren Schrickstangen große Stücke Eiß, aus der Tiefe von etlichen Fuß, bey dem Ufer eines Flusses haben herauf ziehen können: das kömmt aber ohne Zweifel daher, weil es sich zuweilen zuträgt, daß, wenn es angefangen hat zu thauen, wiederum ein Frost einfällt, wovon die Flüsse anlaufen, und von neuem gefrieren, ehe das Eiß, welches das erstemal an den Ufern geworden war, geschmolzen, oder davon los gegangen ist. Weiter hat es bey Leuten, die keine Gründe wissen, und im Zweifeln wenig geübt sind, nichts gebrauchet, sie zu überreden, daß solches Eiß unter dem Wasser entstanden sey. Damit ist nun das Vorurtheil auf die Bahn gebracht worden, und es ist um so vielmehr nach dem Geschmacke derer gewesen, die es aufgebracht haben, weil es etwas vom Wunderbaren an sich hat. Es fehlet hernach nicht an verständigern Personen, die es annehmen, und ihm ein Ansehen geben. Aber man kann die Erfahrung so wie sie dieselbe voraussetzen, kühnlich läugnen, bis sie besser wird seyn bestätiget worden. Denn zum wenigsten muß eine Erfahrung unstreitig seyn, woferne sie wider sonnenklare Gründe zum Beweise dienen, oder eine Ausnahme von demselben unterstützen soll.

Indessen

Indessen ließ es der Herr Abbe Nollet hierbey nicht bewenden. Er suchete auch die Ursache dieses Unterschiedes, den man zwischen den Eißschollen der Flüsse und den Eißschollen der Teiche oder der stehenden Wasser bemerket.

In dem Froste des Jahres 1743, uud als das Thermometer des Herrn von **Reaumür** weit unter dem Puncte des Gefrierens stand, ließ er Eiß, welches viele Zoll dicke war, auf der **Seine** und an solchen Orten, wo der Fluß 9 bis 10 Fuß tief war, aufhacken. Als das Stück Eiß herausgenommen war, so sah er wider sein Vermuthen, daß die Wolle, womit es unten besetzet war, sehr oft derjenigen glich, die er näher bey dem Ufer wahrgenommen hatte; er fand daran eben die Unreinigkeiten: Andere wurden gewahr, daß auch die Oberfläche des Wassers mit denselben bedeckt ward, so viel man sich auch Mühe gab, sie wegzuschaffen.

Sollte wohl die Wolle dieses Eißstaubes, die mit andern kleinen Körpern, so sich daran gehenket haben, untermenget ist, also von dem Grunde nach der Oberfläche herauf steigen, und sollte sie etwan durch diesen Weg so häufig an das Unterste der Eißschollen kommen? Dieses ins Licht zu setzen, ließ der Herr Abbe Nollet eine Tonne bringen, welcher die beyden Boden ausgeschlagen wurden; er ließ in das Eiß ein Loch von gleichem Diameter machen, und stieß die Tonne senkrecht bis auf drey Viertel ihrer Länge darein. Auf diese weise machete er eine Art von Brunnen, aus welchem man bald hernach theils die kleinen Grümchen Eiß, theils alle die Unreinigkeiten schöpfete, welche auf diesem Wasser in diesem Brunnen schwammen. Nachdem dieses geschehen war, sah er weiter keine mehr, und ward hierdurch überzeuget, daß dieser Staub, diese Trümmern, und so zu reden, dieser Schutt von Eisse, mit allen den fremden Materien, die darunter gemengt sind, dem Strome folget, nicht an den Orten bleibt, wo ihn der Frost erzeuget hat, und nicht unten aus dem Wasser herauf kömmt.

Wo kömmt er aber denn her, oder vielmehr, welches ist die Ursache die ihn formiret? Es ist nicht schwer sich dieses

einzubilden. Eine unendliche Menge kleiner Eisstückchen, die auf der ganzen Oberfläche des Wassers, und sonderlich an den Ufern entstanden sind, werden von andern Stücken Eiß und von dem Strome selbst fortgerissen, zerstossen, zerbrochen, daß sie dünne und rund werden, und es wird ihnen nicht die Zeit gelassen sich zu vereinigen und zu wachsen. Indem sie an die untere Fläche der großen Eißschollen getrieben, oder manchmal von den Wellen auf sie geworfen werden, so hängen sich einige bald oder spät an, nachdem es tausend ungefähre Fälle erlauben, andere fahren fort mit dem Wasser fort zu rollen. Endlich machen sie, mit allen den Theilchen fremder Materie, so sie mit bringen, oder unterweges antreffen, mit Erde, mit Schlamme, mit Schaume, mit Strohe, mit Grase beladen, unten, an den Seiten, und zuweilen oben an den großen Eißschollen, bald diese Art von dünner und schwammiger Wolle, die man daran wahrnimmt, bald diese unebene und grümelichte Fläche, die nicht weniger gewöhnlich bey ihnen ist, und auf welcher man meynen sollte, den Abdruck des Erdbodens, auf welchem sie entstanden wären zu sehen. Es ist auch nicht zu zweifeln, daß es unter diesen Eißschollen viele giebt, bey denen dieser Schein eines Abdruckes gar nicht betriegt, und die so gar noch Stücke von dem Ufer an sich haben, von welchem sie sind los gerissen worden, wie wir es bereits haben zu verstehen gegeben: allein es ist genug, daß wir, weder der einen noch der andern Erzeugung zu verstehen, nöthig haben, zu dem vorgegebenen Gefrieren des Wassers auf dem Grunde unsere Zuflucht zu nehmen.

Endlich damit in Ansehung der Kälte des Grundes gar keine Ursache zu zweifeln übrig bleibe, ob sie kleiner sey als die Kälte der Oberfläche zur Zeit des Frostes, so wollen wir den Beweis davon erzählen, den uns auch der Herr Abbe Nollet aus der Erfahrung an die Hand gegeben hat.

Er hat vielmals und in verschiedenen Jahren auf den Grund des Flusses Thermometer gebracht, sowohl beym Anfange des Frostes, als auch wenn das Eiß der Oberfläche

schon

schon 2, 3, 6, bis 8 Zoll dick gewesen ist; niemals aber hat er die Kälte des Grundes von einem solchen Grade befunden, als zum Gefrieren erfodert wird. Es ist wahr, daß sie diesem Grade zuweilen nahe gewesen ist: aber das ist nur alsdenn gewesen, wenn ein strenger Frost viele Tage gewähret hatte, und keinesweges zu einer Zeit, da die Oberfläche nur drey Viertel Zoll dickes Eiß gehabt hat, und also, wie leicht zu erachten ist, noch weniger zu einer Zeit, da das Eiß oben nur ein Drittel Zoll stark gewesen, welches der Fall ist, in welchem Herr **Hales** dafür hält, daß sich auf dem Grunde selbst Eiß in der Dicke eines halben Zolls angeleget habe.

Nach so vielen Gründen und Versuchen, die einander wechselsweise erläutern, wollen wir ohne weiteres Bedenken schliessen, daß das Gefrieren der Flüsse von dem allgemeinen Gesetze nicht ausgenommen ist, daß es sich an ihren Ufern und auf ihrer Oberfläche anfängt, und mit nichten auf dem Grunde.

Zum Beschlusse will ich von dem Gefrieren der Flüsse noch dieses anmerken, daß obgleich die **Seine** gar oft in viel gelinderen Wintern, als der 1709 gewesen ist, ganz von einem Ufer zum andern gefriert, sie dennoch dasselbe Jahr nicht gänzlich zugefroren, sondern die Mitte ihres Stromes, wenigstens in Paris (*) beständig offen geblieben ist. Der wahrscheinlichste Grund, den man hiervon in der Akademie der Wissenschaften gegeben hat, ist dieser, weil die Flüsse überhaupt allezeit an ihren Ufern zu gefrieren anfangen, und weil die großen Flüsse nicht leicht bis in die Mitte ihres Stromes gefrieren, als nur wenn die Eißschollen von ihren Ufern dahingerissen, oder von den kleinen Flüssen dahin geführet werden, von welchen Umständen aber in dem Winter 1709 keiner statt haben konnte, weil die Kälte damals

(*) Hist. de l'Acad. 1709. p. 9.

mals so plötzlich einfiel, und gleich anfangs so strenge war, daß die kleinen Flüsse, die über Paris in die Seine fallen, auf einmal ganz zufroren, so daß ihr Eiß, wenigstens nicht in sattsamer Menge, in die Seine konnte geführet werden, die Ufer aber dieses Flusses selbst keines hergeben konnten, weil die Eißschollen, die an ihnen entstanden waren, und sich an sie fest angeleget hatten, gar zu groß und dick waren. Die Heftigkeit der Kälte war also Ursache, daß die Seine nicht ganz zufror.

# Drittes Hauptstück.

## Vom Wasser, welches nicht gefrieret, wenn es dem Froste ausgesetzet ist, ob es gleich einen größern Grad von Kälte hat, als der gewöhnliche Grad des gefrierenden Wassers ist.

### Wahrnehmungen und Versuche.

Der wegen seiner Thermometer berühmte Fahrenheit, ein Mitglied der Königlichen Gesellschaft in London, ist der erste, so viel ich weis, der dieser Erscheinung gewahr worden ist, als er einen andern Versuch anstellen wollte. Er berichtete es der Königlichen Gesellschaft, und seine Abhandlung davon ist in die philosophischen Transactionen vom Jahre 1724, Num. 382, eingerücket worden.

Er hatte eine gläserne hohle Kugel, von ungefähr einem Zolle im Diameter genommen, in welche ein Stiel oder kurze Röhre gieng, die zween oder drey Zoll lang war, und sich in eine Spitze endigte. Diese Kugel hatte er zu verschiedenen malen heiß gemachet, und sie also ungefähr zur Hälfte mit Regenwasser gefüllet, wie man die Dampfkugeln zu füllen pflegt, indem man einmal ums andere die Röhre ins Wasser tauchet, und die Kugel wieder heiß machet.

machet. Hernach als er sie wiederum aufs Feuer gesetzet hatte, bis das Wasser darinne kochete, und also, durch dieses in der versuchenden Naturlehre bekannte Verfahren, die Luft aus der andern Hälfte der Kugel ausgejaget hatte, so schmelzete er alsbald die Spitze der Röhre an der Lampe zu.

Diese Kugel nun und dieses Wasser setzete er in die strenge Kälte am 2 Merz 1721. Die Kälte der Luft war damals von 15 Graden nach seinem Thermometer, welches nach dem Thermometer des Herrn von **Reaumür** ungefähr so viel ist als 11 und ein halber Grad unter dem Puncte des Frostes; wie ich dieses aus der von Fahrenheiten eben daselbst beschriebenen Art, seine Thermometer zu machen, und aus einer Tabelle zur Vergleichung verschiedener Thermometer (*) schliesse, die vom Herren **Martine**, der Königlichen Gesellschaft in London und der Edinburger Gesellschaft Mitglied, mit Fleiße gemachet worden ist.

Als eine Stunde darauf Fahrenheit wieder nach seiner Kugel sah, so fand er mit Verwunderung das Wasser noch so fliessend, als es zuvor gewesen war; und so war es auch noch den andern Morgen, obgleich die Kälte auf einerley Grade geblieben war. Er hielt damals dafür, daß diese Wirkung der Abwesenheit der Luft beyzumessen wäre: er brach die Spitze der Röhre ab; um Luft in die Kugel zu lassen, und da ward in der That die ganze Masse des Wassers plötzlich mit kleinen Eißschiefern vermischet.

L 2 Aber

(*) Das ist die richtigste, die mir bekannt ist. Ich habe sie an den Thermometern der Herren von Reaumür, Amontons, Haukshee und Fahrenheits selbst geprüfet, für welche ich andere Tabellen gesehen habe, die sehr fehlerhaft sind. Derohalben werde ich mich dieser Tabelle künftig zu allen solchen Reductionen bedienen. Sie steht in An Essay towards comparing different Thermometers, welches in London 1741 mit unter andern medicinischen und physicalischen Versuchen dieses Schriftstellers ist gedruckt worden.

Aber nachdem er den Versuch zu vielen malen, und auf vielerley Art wiederholet hatte, so ward er endlich seines Irrthums überführet, und blieb ihm kein Zweifel übrig, daß die bloße Erschütterung des so sehr erkälteten Wassers sein Gefrieren zuwege gebracht habe. Ein Zufall ließ ihn dieses erkennen, und die hernach mit Fleiße wiederholeten Versuche an ähnlichen Kugeln von Glase, die halb mit Wasser gefüllet waren, bestärketen ihn darinne (*).

Diese plötzlich entstandenen Eißschiefer blieben eine Zeit lang mit dem klaren Wasser vermischet, welches den Raum zwischen ihnen einnahm, und es war, saget er, der ganze Haufen wie ein unordentliches Anschiessen gewisser Salze an zu sehen.

Auch dürfen wir nicht zwo wichtige Wahrnehmungen vergessen, die von ihm zu gleicher Zeit sind gemachet worden.

Die eine ist, daß diese Eißschiefer allezeit auf dem Wasser schwammen, wenn sie in welches geworfen wurden.

Die andere, daß als er die Kugel eines seiner Thermometer in dieses Gemische von Eisse und Wasser brachte, das Quecksilber bis zum 32 Grade stieg, das ist bis zu 0 oder dem Puncte des Frostes in dem Thermometer des Herrn von **Reaumür.**

Man findet auch in den Philosophischen Transactionen(**) einen Brief vom Herrn Triewald, Director der Maschinen des Königes in Schweden, an Herren **Sloane**, Stockholm den 4 April 1730 geschrieben, aus welchem sich ergiebt:

Daß, als er den 15 des Christmonates 1729 in dem Saale, dessen er sich als eines Laboratoriens bedienete, eine dergleichen

(*) Hoc autem casu fortuito edocebar, glaciem in aqua satis frigida agitatione produci posse, simulque judicii errorem agnoscebam, quod nempe absentiae aëris fluiditatem aquae attribuissem. Dieser Zufall bestand darinne, daß er stolperte, als er eine dieser Kugel von einem Orte zum andern tragen wollte; alsbald war das ganze Wasser gefroren oder mit Eißschiefern angefüllet.

(**) Num. 418.

gleichen lange Flasche mit Wasser erfüllet, und mit einer Blase, voll Luft, zugebunden, worinne man kleine gläserne Figuren auf- und niedersteigen läßt, um von dem Drucke der Luft auf die Fläche des Wassers einen Begriff zu machen, von einem Brete herunter gelanget hatte, er befunden hat, daß unerachtet der damaligen starken Kälte das Wasser in dieser Flasche noch vollkommen fliessend gewesen ist.

Daß aber, so bald er mit der Hand auf die Blase gedrucket, womit die Oeffnung bedecket war, dieses Wasser sich den Augenblick in Zeit einer Secunde in Eiß verwandelt hat. Herr **Müßchenbroek** hat hierüber auch einige Versuche angestellet mit Carafinen, die voll Wasser, und wohl verstopft waren, und die er die Nacht über dem Froste ausgesetzet hat. Er fand den andern Morgen das Wasser ganz fliessend; allein so bald er den Stöpsel aus der Carafine zog, und eine frische Luft auf die Oberfläche des Wassers fiel, entstunden augenblicklich unzählich viele kleine Eißschiefer (*): eben so wie es Fahrenheit angemerket hat.

Endlich erfahre ich vom Herrn **Jallabert**, Professor der Experimentalphysik und der Mathematik zu Genf, daß Herr **Micheli** (†) ihm vor etlichen Jahren folgendes geschrieben habe; „wenn man das Thermometer in einen gläsernen Cylinder stecket, der ungefähr einen Zoll weit, und „7 bis 8 Zoll lang ist, und denselben voll Wasser gießt, und „mit einem Deckel von Pappe bedecket, und hernach dieses „Gefäß samt dem Thermometer in eine ganz stille Luft setzet, „die 11, 12, 13, 14 auch wohl 15 Grad (nach des Herrn **Micheli** seinem Thermometer) kalt ist, so wird dieses Wasser „endlich eben den Grad Kälte annehmen, und das Thermometer darinne auf eben den Grad fallen, ohne daß das Wasser gefriert. Rühret man aber alsdenn nur die Oberflä-



(*) Atque intra minutum tota aqua lamellis glaciei implebatur. *Additament. ad Tentam. exper. Acad. del Cimento.*

(†) Den wir schon oben im XI. Hauptstücke des ersten Theils angeführet haben.

„che dieses Wassers mit einem eisernen Drate an, den man „mit Schnee oder Eisse gerieben hat, so sieht man viel klei„ne Spindeln von Eisse entstehen, und das Thermometer „steigt zusehends auf $10\frac{3}{4}$ Grad„, das ist bey nahe bis zu dem Puncte des bloßen Frostes, wie solches auch in den Fahrenheitischen Versuchen ist angemerket worden. Denn die Eintheilung bey des Herrn **Micheli** seinem Thermometer fängt sich bey der gemäßigten Wärme der Keller des Observatoriens an, und folglich trift sein 10, 11, 12, 13, 14, und 15 Grad, niederwärts gezählet, mit dem 0, 1, 2, 3, 4 und 5 Grade des Thermometers des Herrn von **Reaumür**, auch niederwärts gezählt, bey nahe zusammen.

Herr **Jallabert** hatte schon angefangen diesen Versuch, auf die ihm eigene Art, in dem lezt verflossenen Wintermonate nach zu machen; aber das gelinde Wetter, welches bald auf den Frost vom 21. und 22. dieses Monates folgete, hinderte dessen Fortgang. Inzwischen hatte er doch so viel erlanget, daß er überzeuget ward, daß das Wasser, wenn es in einer stillen Luft steht, viel kälter werden kann, als es ordentlich zum Gefrieren seyn muß, ohne doch zu gefrieren.

# Viertes Hauptstück.

## Verfolg der Wahrnehmungen und Versuche über diesen Punct.

Ich hätte nicht nöthig gehabt, nach denen Naturkundigen, derer Versuche ich itzo erzählet habe, die Hand selbst ans Werk zu legen: aber ich habe diese Erscheinung für viel zu wichtig gehalten, als daß ich mich nicht bemühen sollte, sie selbst zu sehen, und sie von allen Seiten, und aus allen den Gesichtspuncten zu betrachten, die mir am bequemsten zu seyn geschienen, die Ursache davon zu entdecken.

Am lezt verwichenen 11 Jenner sezete ich zwischen zween Rahmen auf ein Fenster im **Louvre**, welches auf den Hof

gegen

gegen Ostsüdost sieht, und zu meinem Cabinete, worinne ich studire, gehöret, bey einer Ecke, wohin die Sonne des Winters nicht scheinen kann,

**Numer 1.** ein ordentliches Trinkglas, welches bey nahe die Figur eines parabolischen Afterkegels hatte, und bis ungefähr drey Viertel Zoll vom Rande mit recht hellem Wasser aus der **Seine** gefüllet war. Ich goß noch mehr Wasser darein, bis auf eine oder zwo Linien vom obersten Rande, und darüber Baumöl, das ich vorher ein wenig warm gemachet hatte, bis es aufgethauet, und recht klar geworden war. Dieses also gefüllte Glas wurde unbedecket auf ein viereckicht Bretchen von Tannenholze gesetzet, welches sehr fest auf dem Sohlstücke des Fensters lag.

Ich nahm lieber ein Gefäß von dieser Figur, als ein cylindrisches, damit, wenn das Wasser gefröre, das Eiß in die Höhe steigen könnte, indem es an dem inneren Rande des Glases hinschlupfete, ohne das Glas zu zersprengen. Alle die folgenden Gläser werden fast eben dieselbe Figur und einerley Größe mit dem ersten haben, und jedes wird ein wenig mehr als 7 Unzen Wasser halten.

**Num. 2.** ein Glas mit eben so viel Wasser und Oel, neben das erste; ich hatte aber ein kleines Thermometer darein gehenket, so daß die Kugel desselben ungefähr im Mittelpuncte des Afterkegels vom Wasser war: der oberste Theil der Röhre ist an einem Gestelle befestiget, auf welchem die Eintheilung der Grade nach der Theorie des Herren von **Reaumür** gemachet ist.

**Num. 3.** ein Glas welches ich eben so mit lauter Wasser bis ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll vom obersten Rande erfüllet, und mit einer Glasscheibe zugedecket hatte, die aber nicht so genau passete, daß nicht die äussere Luft frey genug hinein, und die innere heraus hätte kommen können.

**Num. 4.** dergleichen.

**Num. 5.** dergleichen, aber unbedecket;

Num. 6. mit eben so viel Wasser und einem halben Zolle Leinöl darüber, welches Oel ich, weil es fast niemals gefriert, mit Fleiße an statt des Baumöls nahm.

Num. 7. und endlich das siebente mit gleich viel Wasser nichts als Luft darüber, und mit einer Glasscheibe bedecket, die ich aber an den Rand mit Wachse wohl angekittet hatte, so daß die äussere und die innere Luft schwerlich Gemeinschaft mit einander haben konnten. Zu diesem Ende hatte ich eine Krone von Wachse, zwo oder drey Linien dick, auf die Scheibe geleget, und die Scheibe hernach warm gemachet, bis das Wachs weich geworden war, und so hatte ich sie auf den Rand des Glases geleget, und ein wenig angedrücket.

Nachdem alle diese Gefässe so zugerichtet, und in dieser Ordnung auf das Fenster gestellet waren: so henkete ich inwendig an das hölzerne Kreuz in dem äusseren Rahmen, und in der Höhe der Gefässe ein Thermometer auf, das dem unter Num. 2. ganz ähnlich ist, auch mit ihm, fast einerley Gang hat. (*) Das Quecksilber desselben stund damals 5 bis 6 Grad über dem Froste. Hierauf machte ich den inwendigen Rahmen zu, in der Absicht ihn nicht wiederum aufzumachen, als bis es der Versuch erfodern, oder etwas wahrzunehmen seyn würde.

1. **Wahrnehmung.** Als von der Zeit an das Wetter fast immer gleich warm, mit großem Winde, viel Regen, und starkem Fallen des Barometers, bis zum 7 des Hornungs geblieben war: so fiel des Morgens zwischen 9 und

(*) Diese beyden Thermometer sind mit Quecksilber gefüllet; die Kugel hat ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll im Diameter, und die Röhre ist $\frac{1}{4}$ Linie im Lichten weit. Sie weisen von dem 18 Grade der Kälte unter 0 oder dem Puncte des Frostes, bis zum 82 Grade über 0 oder bis zur Wärme des siedenden Wassers. Das Gestelle besteht aus zweyen Stücken, die durch ein Gewinde 2 Zoll über der Kugel mit einander verbunden sind. Auf diese Weise ist das erste dieser Thermometer in das Wasser Num. 2. getauchet worden.

und 10 Uhr desselben Tages plötzlich der Frost ein. Zu Mittage war das Thermometer, welches am Rahmen hieng, auf 0, oder bis auf den Frost gefallen, und des Abends um 9. Uhr zween Grade tiefer. Das Thermometer Num 2. hielt bey nahe einerley Gang, wie es auch forthin beständig gethan hat, so daß der Unterschied etwan ein halber Grad mehr oder weniger war. Das Wasser Num 5. war noch nicht gefroren.

2. **Wahrnehmung.** Um 11 Uhr des Abends, da das Thermometer noch einen Grad gefallen war, nämlich auf den 3 Grad unter 0, war das Wasser Num. 5. auf seiner Oberfläche, und ein wenig am Rande des Glases gefroren.

3. **Wahrnehmung.** Den 8ten um 7 Uhr des Morgens, da das Thermometer auf 4 Grad unter 0 stund, war das Wasser Num. 5. ganz zu einem durchsichtigen Eisse geworden. Keines der übrigen Gefässe, das Baumöl ausgenommen, welches schon seit vielen Tagen geliffert war, zeigete den geringsten Ansatz vom Eisse, und es war auch um 1 Uhr nach Mittage in allen diesen Gefässen noch nichts gefroren. Aber als ich des Abends um halb neun Uhr wieder nach Hause kam, so ward ich verschiedene Eißschiefer in dem Wasser Num. 7. gewahr, welches mit der aufgeklebten Glasscheibe bedecket war, unerachtet das Wasser Num. 3. und 4. zu welchem die Luft zwischen der Scheibe und dem Rande des Gefässes leichtlich kommen konnte, (*) noch seine vollkommene Flüßigkeit hatte.



(*) Diese Ausdrückungen, eine oder seine vollkommene Flüßigkeit, seine völlige Flüßigkeit, und dergleichen, sind hier nicht mit Ausschliessung einer größern Flüßigkeit anzunehmen, und so, als ob das Wasser nicht fliessender hätte seyn können, als es in diesem Zustande gewesen ist. Denn, wenn man es genau nehmen will, so muß die Flüßigkeit der fliessenden Körper, oder eines fliessenden Körpers in verschiedenem Zustande, wenn nur sonst alle Umstände einerley sind, der Dichte oder der wirklichen specifischen Schwere umgekehrt proportioniret seyn. Nun ist das kalte Wasser dichter oder schwerer als das warme Wasser: folglich u. s. w. Dieses bestätigen auch die Versuche. Hist. de l'Acad. 1741. p. 14. u. 17.

4. **Wahrnehmung.** Ich befand auch mit gleicher Verwunderung, daß das Wasser Num. 6. welches mit Leinöle bedecket war, anfieng von dergleichen Eißschiefern unterbrochen zu werden. Denn an diese beyden Gefässe (Num. 6. und 7.) dachte ich, würde die Reihe zu Gefrieren am letzten kommen. Gegen 11 Uhr des Abends hatten diese Schiefer das ganze Wasser so undurchsichtig gemachet, als zuvor das Num. 7 gewesen war, welches nunmehr völlig gefroren war, und die ordentliche Durchsichtigkeit des Eisses erlanget hatte. Das Thermometer an dem Fensterkreuze wies damals auf $4\frac{1}{2}$ Grad unter dem Puncte des Frostes, und das Thermometer Num. 2. hielt immerzu bey nahe einerley Gang.

5. **Wahrnehmung.** Den 9ten früh um 7 Uhr wies des Thermometer am Fensterkreuze ungefähr $4\frac{3}{4}$, und das andere 5 Grad, und alles übrige war wie zuvor, ausgenommen daß das Eiß vom vorigen Abende durchsichtiger geworden war, in der Ordnung wie eines nach dem andern entstanden war, und daß ich darinnen einige Blasen merkete, von denen es zuvor ganz frey zu seyn geschienen hatte. Das Wasser unter Num. 1. 2. 3. und 4. behielt noch vollkommen seine Flüßigkeit. Andere Thermometer, die ich nicht zu diesen Versuchen brauchete, und die in der ganz freyen Luft hiengen, waren diesen Morgen, oder in der Nacht, bis fast auf 7 Grad gefallen.

Indessen weil theils das Quecksilber des Barometers, welches im Fallen begriffen war, theils einige andere Zeichen, mir das nicht ungegegründete Besorgniß machten, daß das Wetter gelinder werden möchte: so wollte ich nicht länger aufschieben, an den vier Gefässen, die noch vom Froste verschonet geblieben waren, die folgenden Versuche anzustellen.

6. **Wahrnehmung.** Ich machete also den innern Rahmen frühe zwischen 8 und 9 Uhr auf. Ich legete die Finger der einen Hand auf den Fuß des Glases Num. 1, und drückete ihn wider das Bret, und in die andere Hand

nahm

nahm ich einen Schlüssel, womit ich ziemlich stark und vielmal hinter einander auf dieses Bret schlug. Auf den 12 oder 15 Schlag sahe ich, daß das ganze Wasser in diesem Glase unter dem Oele, bis auf den Boden mit Eißschiefern in verschiedenen Neigungen untermenget ward, die es trübe macheten; und es wurden ihrer binnen etlichen Minuten immer mehr, das übrige Wasser aber zwischen diesen Schiefern schien mir noch fliessend zu seyn. Als ich aber das gelifferte Oel darüber mit einem silbernen Caffee-Löffel wegnahm; so ward das Wasser alles zu Eisse, bis auf etliche Tropfen, welche fliessend blieben und an den Spitzen, womit das Eiß besetzet war herabflossen. Sie gefroren aber auch in einem Augenblicke, und 15 oder 20 Minuten hernach war das ganze Stück Eiß vollkommen fest, sowohl inwendig als auch auswendig, welches aus seiner Durchsichtigkeit leichtlich abzunehmen war.

7. **Wahrnehmung.** Was das Wasser Num. 2. anlanget, welches auch mit Baumöle beschweret war, und überdieses das Thermometer hatte, dessen Kugel bis in die Mitte des Wassers unter getauchet war, so besorgete ich, wenn ich auf das Bretchen, darauf es stund, schlüge, und das Wasser gefröre, so möchte die schwache und zerbrechliche Röhre des Thermometers in Stücke gehen. Dieserhalben, wie auch um den Versuch zu verändern, begnügte ich mich, das Thermometer sachte und senkrecht in die Höhe zu heben, damit das Wasser zertheilet, und in das geronnene Oel, welches oben auf lag, ein Loch gemachet würde. Die Kugel war noch nicht aus dem Oele herausgezogen, so sah ich schon die kleinen Eißschiefer an dem Wasser entstehen, und es undurchsichtig machen, wie es dem Wasser Num. 1. gegangen war. Ich tauchete alsbald das Thermometer wiederum ein, und sah, daß das Quecksilber in der Röhre merklich stieg, indessen daß das Eiß sich vollends formirete. Es war um 3 Grade gestiegen, und stund folglich 2 Grade unter dem Puncte des Frostes, als ich für gut hielt, es heraus zu nehmen,

nehmen, erstlich um nicht Gefahr zu laufen, daß es in dem Eisse zerbräche, und zum andern weil der Versuch der Herren Fahrenheit und **Micheli** hiemit genugsam bestätiget zu seyn schien.

8. **Wahrnehmung.** Ich kam nun zum Glase Num. 3. Ich that nichts weiter, als daß ich es schüttelte, indem ich es in der Hand hielt, und mit dem Ellenbogen wider das Fenster stieß. Die Eißschiefer zeigeten sich hierauf alsbald, das Glas ward, so weit es voll Wasser war, undurchsichtig, u. s. w. wie im vorhergehenden.

9. **Wahrnehmung.** Ich riß das Eiß in diesem Zustande, nämlich da es nur noch ein Haufen spitziger Stückchen Eiß war, aus dem Glase heraus, und warf es in ein Faß voll Wasser, daß ich mit Fleiße neben mich gesetzet hatte; es schwamm darauf. Diese Probe zu machen war ich desto begieriger, weil sie in dem Fahrenheitischen Versuche mit solchem Eisse war gemachet worden, das in einem leeren Raume entstanden war, und weil ich nicht wußte, ob er die Vorsicht gebrauchet hatte, die Schiefer dieses Eisses von dem inwendigen Rande des Glases loszumachen, an welchen sie sich wohl ein wenig hätten können angehenket haben.

10. **Wahrnehmung.** Nun war noch Num. 4. übrig. Ich nahm ganz sachte die Glasscheibe, die es bedeckete, hinweg, und rührete die Oberfläche des Wassers mit der Spitze eines ordentlichen Eißzapfens an. Die Behendigkeit, womit die kleinen Schiefer entstunden, und die ganze Masse des Wassers, von dem Puncte der Berührung bis auf den Boden des Glases, und rings umher, undurchsichtig macheten, läßt sich mit nichts besser vergleichen, als mit der Entzündung des Schießpulvers.

11. **Wahrnehmung.** Alle diese Stücke Eiß wurden, wie ich schon gesaget habe, immer fester und durchsichtiger. Denn das Wasser, welches anfangs zwischen den kleinen Schiefern war, womit das Eiß sich zu formiren anfieng, gefror mit ihnen zusammen, und machete ein den Sinnen

nach einförmiges Gewebe mit ihnen aus. Die Luftblasen entstunden darinne nach etlichen Stunden, und den andern Tag zeigeten sie sich weit größer und häufiger.

12. **Wahrnehmung.** Viele von diesen Blasen in denen Gläsern, daraus ich die vorhergehenden Tage das Eiß nicht genommen hatte, hatten die Gestalt von Glastropfen angenommen, derer Kopf bey nahe der Axe des Afterkegels oder des Gefässes, und der Schwanz nach dem innern Rande zugekehret war.

# Fünftes Hauptstück.

## Betrachtungen über die vorhergehende Wahrnehmungen und Versuche.

Man sieht hieraus erstlich zuverläßig, daß das Wasser viele Grade kälter seyn kann, als es ordentlich ist, wenn es gefriert, ohne zu gefrieren.

Daß die wahrscheinlichste und nächste Ursache dieser Wirkung nichts anders ist, als die Ruhe der Masse des Wassers, ich will sagen, die merkliche Ruhe, oder die Ruhe der merklichen Theile, daraus es zusammengesetzet ist, welche man von der Ruhe seiner Bestandtheile wohl zu unterscheiden hat.

Daß eine ähnliche Ruhe derjenigen Masse Luft, welche die Oberfläche des Wassers berühret, oder der Umstand, daß eben die Luft, mit welcher das Wasser dem Froste ist ausgesetzet worden, über ihm bleibt, bey nahe eben die Wirkung hervorbringt, oder doch etwas dazu beyträgt.

Und endlich, daß von diesen beyden Ursachen manchmal eine oder die andere, und manchmal eine mit der anderen zu wirken scheint.

Denn das ist überhaupt alles, was sich aus allen den Wahrnehmungen und Versuchen der beyden vorhergehenden Hauptstücke abnehmen läßt.

Die

Die erste dieser zwo Ursachen wird uns durch ihr Gegentheil angedeutet, nämlich durch die Bewegung und Erschütterung des fliessenden Körpers, welche ihn fast in einem Augenblicke verwandeln.

Die andere durch die Veränderung der Luft, durch Herbeybringung frischer Luft, welche eben diese Wirkung hervorbringt, es sey nun daß diese Luft an die Stelle derjenigen komme, die über dem Fliessenden geblieben war, oder daß plötzlich Luft in den vollkommen oder unvollkommen leeren Raum, der zuvor über dem Wasser war, hineingebracht wird; wie man dieses in den Fahrenheitischen Versuchen gesehen hat.

Allein zwischen diesen beyden Ursachen von dem schleunigen Gefrieren des sehr kalten Wassers ist noch dieser Unterschied, daß die erste ohne die andere von sich selbst wirket, und daß die andere, wenn man auch setzet, daß sie von sich selbst wirke, doch nicht statt haben kann, ohne daß die erste sich darein menge. Denn es kann keine neue Luft über den fliessenden Körper, oder in den leeren Raum, gebracht werden, ohne eine leichte Erschütterung, eine wellenförmige Bewegung in dem fliessenden Körper zu machen. Und so ist es auch in dem Falle, wenn eben dieselbige Luft wider die Oberfläche des Wassers gestossen oder gedrücket wird, wie in der Wahrnehmung des Herren Triewalds.

Nun kann man aber nicht umgekehrt sagen, daß sich keine Erschütterung ohne Herbeybringung neuer Luft machen ließe: weil in den letzteren Fahrenheitischen Versuchen, in einigen von unseren, und vornämlich in dem an Num. 1. (6. Wahrnehm.) gewißlich keine neue Luft ist hinzugelassen worden.

Die Anrührung des Fliessenden durch einen fremden Körper, einen mit Schnee oder Eisse geriebenen Drat, oder ein Stück Eiß selbst, hat auch einerley Wirkung mit der Erschütterung und mit der neuen Luft, und ist mit beyden verknüpfet.

Indessen

Indessen zweifele ich nicht, daß, alles übrige beyseite gesetzet, die Zulassung einer neuen Luft über die Oberfläche des Wassers, die Berührung eines jeden fremden Körpers, und vornämlich eines Stückes Eiß, in dem gesetzten Falle, das Wasser plötzlich in Eiß verwandeln können.

Bevor wir aber hiervon ausführlicher zu handeln anfangen, wollen wir erst sehen, wo die Ruhe der Masse des Wassers ihm seine Flüßigkeit erhalten kann, unerachtet der erlangte Grad von Kälte viel größer ist, als derjenige, der ihm solche ordentlich nimmt.

Wir haben in dem ersten Hauptstücke des ersten Abschnittes (*) angemerket, daß die subtile Materie in dem Eisse sich freyer bewegen, und mehr Wirksamkeit und ausdehnende Kraft behalten oder erlangen kann, als in dem Wasser, woraus dieses Eiß eben entstanden ist, und wir haben auch den Grund davon gezeiget. Es ist dieser, weil die subtile Materie in den fest gewordenen Canälen nicht mehr dieselben Hindernisse zu überwinden hat: nichts leget sich ihr mehr in Weg, alle die Bestandtheile des Wassers sind da fest und unbeweglich, sie werden von nichts mehr unterbrochen, sie ändern sich nicht weiter, das Gleichgewicht, die Zusammenstimmung der Bewegungen und der ausdehnenden Kräfte dieser inneren und der äusseren subtilen Materie, wird da nicht mehr so gestört, wie es in dem Zustande der Flüßigkeit immerzu geschah.

Nun muß aber eine lange Ruhe der Masse, und zwar je vollkommener sie in den Theilen des fliessenden Körpers selbst

(*) Es scheinet, daß ich mir daselbst zu der Erklärung, die ich jetzo von dieser Erscheinung gebe, den Weg hätte bahnen wollen: so gut stimmet sie mit meiner Theorie zusammen. Es ist aber schon eben diese Theorie, mit eben den Worten, in den beyden ersten Ausgaben, als diese Erscheinung noch unbekannt war, und in der dritten, bey welcher ich noch nichts davon wußte, zu befinden. Man sehe in der Ausgabe zu Bourdeaux, Seite 50, in der zu Beziers, Seite 72, und in der Pariser, Seite 584.

selbst ist, eine gleiche Wirkung darinne hervorbringen. Sie muß darinne, nach Proportion, diese Art von Gleichgewichte und von ordentlicher periodischen Bewegung zwischen den Bestandtheilen des Wassers, der inneren subtilen Materie, und der äusseren zuwege bringen. Es ist wahr, alles ist darinne noch in Bewegung: aber alles beweget sich in einer beständigen Ordnung, auf schon mehr gebahnten Wegen, die noch dazu länger sind, und weniger Krümmungen haben, und, welches das vornehmste ist, nicht mehr so verändert werden: Denn jedes wirksame Fliessende, welches in gekrümmeten und biegsamen Canälen läuft, muß sich unaufhörlich bestreben, sie zu verlängeren und gerade zu machen. Die Kälte des Frostes, so plötzlich sie auch einfällt, ist doch nur durch unmerkliche Grade in jedem Augenblicke erwachsen, und diese Canäle werden von ihr nur nach und nach, auch durch unmerkliche Grade, steifer, unbeschadet derjenigen Stetigkeit, welche darinne durch das Gleichgewicht, und die Zusammenstimmung der Bewegungen, zwischen den Bestandtheilen des Fliessenden, und der inneren subtilen Materie unterhalten ward. Wenn also die ganze Masse des Fliessenden, welches in einen solchen Zustand hat kommen können, unbeweglich bleibt; so wird es dem Froste widerstehen, ohne seine Flüßigkeit zu verlieren, wenn er gleich viele Grade stärker ist, als gemeiniglich zum bloßen Gefrieren nöthig ist. Da es allezeit von einerley Materien, oder von einerley Luft, umgeben ist, so ist es mit ihm in diesem Betrachte eben so, wie mit dem Feuer unter der Asche.

Störet man aber dieses Gleichgewicht, diese Zusammenstimmung der beyderseitigen Bewegungen, durch die Zerreissung, Verkürzung, Beugung, und immer fortgesetzte Zertheilung, der Canäle, durch welche sich das ätherische Flüßige zuvor in dem fliessenden Körper bewegete: so geräth alles in die Verwirrung, die wir beschrieben haben, als wir die Entstehung des Eisses in ihrem Anfange erkläreten, in eine innere Unruhe, in eine Art von Gärung; die Federn der

Luft

Luft springen aus einander, diejenigen Theile des Wassers, denen Zeit oder Freyheit genug ist gelassen worden, werden wieder gerade gebogen, hierauf werden sie starr und steif, und endlich erfolget das Gefrieren, anfangs nur an denen Orten des Fliessenden, wo die Gleichförmigkeit der Bewegungen nicht so vollkommen war, mit Faden oder kleinen Schiefern, und bald hernach die Verwandelung des ganzen Wassers in ein festes Stück Eiß. Das ist, meines Erachtens, die Wirkung von der Erschütterung der sinnlichen Theile des Fliessenden, wenn sie, währendes Frostes, auf die Ruhe seiner ganzen Masse folget, welche Wirkung desto schneller ist, je stärker dieser Frost war.

Nach eben dieser Mechanik erfolget diese Wirkung von der Zulassung neuer Luft, über den fliessenden Körper: doch, ausser der Bewegung der ganzen Masse, welche sie veranlasset, trägt noch ein anderer Umstand zu dieser Wirkung etwas bey. Wir haben bey Gelegenheit einer anderen Erscheinung angemerket, daß die subtile oder die ätherische Materie sich in den verschiedenen Körpern, so sie durchdringt, verschiedentlich beweget, und ihr Anhängen, ihr Anziehen, oder ihr gegenseitiges Zurückstossen erleichtert, und unterhält, oder verhindert, nachdem ihr Lauf in ihnen einstimmig oder widersinnig ist; fast so wie die unbekannte Materie, welche man die magnetische nennet, machet, daß zween Magnetsteine zusammengehen, oder einander zurück stossen, nachdem sie mit dem einen oder dem andern ihrer Pole gegen einander gestellet werden. Also muß ein stilles Wasser, in welchem die ätherische Materie Zeit gehabt hat, sich mit der subtilen Materie in der auf seiner Oberfläche liegenden, und immer einerley verbliebenen Luft, durch ähnliche Bewegungen zu vereinigen, oder durch entgegen gesetzte Bewegungen ins Gleichgewicht zu setzen, sich viel länger in dem Stande seiner Flüßigkeit erhalten, als ein anderes, in welchem die neue Luft durch ihr Anschlagen die Ordnung dieser Bewegungen unterbrochen hat.

Dergleichen Wirkung wird noch merklicher seyn, in dem Falle der zehenten Wahrnehmung, wenn man das Wasser Num. 4. auf seiner Oberfläche mit einem Stücke Eiß berühret. Denn, wie wir schon gesaget haben, es beweget sich die subtile Materie, mit mehr Freyheit in dem Eisse, als in dem Wasser, zumal in solchem Wasser, das schon durch eine große Kälte etwas dichter ist gemacht worden. Noch mehr, jedes Flüßige, das sich durch enge Canäle in einem fliessenden oder festen Körper beweget, muß nach der Seite ausreissen, wo es mehr Freyheit oder weniger Widerstand findet. Folglich muß die subtile oder ätherische Materie, die in diesem Wasser eingeschlossen war, augenblicklich in das Eiß fahren, womit man das Wasser anrühret. Es ist gleichsam als ob man ihr einen Ausgang öffnete, oder eine Pumpe, sie auszuziehen, anlegete. Wenn sie nun dieses Wasser verläßt, welches schon kälter ist, als es zum ordentlichen Gefrieren seyn darf, und welches eben diese Materie gleichwohl bisher in dem Stande seiner Flüßigkeit vermöge der Ruhe seiner Masse, und vermöge des zwischen ihr und der äusseren subtilen Materie eingerichteten Gleichgewichtes, erhalten hatte: so muß nothwendig dieses Gleichgewicht gebrochen werden, und das Gefrieren daraus erfolgen; und das alles desto plötzlicher, je größer die Kälte war, jedoch die Zerreissung des Stetigen beyseite gesetzet, als welche sich auch in diese Wirkung einflicht.

Wir sind vielleicht in unserm Clima nicht im Stande, den Grad der Kälte zu bestimmen, den das Wasser also ohne Verlust seiner Flüßigkeit haben kann. Dieser Versuch ist in Ländern näher bey dem Pole anzustellen. Man hat es oben noch fliessend gesehen, da es 5 Grad kälter war, als es ordentlich ist, wenn es gefriert; und aus den Fahrenheitischen Versuchen erhellet, daß es auch noch beym 11ten Grade fliessend bleiben kann, das ist, bey dem Grade unserer härtesten Fröste, über welchen wir selten in dem Clima von Paris kommen werden.

Die Ruhe, in der das Wasser Num. 5. (1. Wahrn.) stund, ob es gleich unbedeckt, und 2 Grad kalt war, hat sein Gefrieren viele Stunden lang in dem Froste verhindert.

Das Leinöl über dem Wasser, Num. 6. (4. Wahrn.) hat ihm seine Flüßigkeit noch länger, und in noch größrer Kälte, erhalten, weil es seine Oberfläche besser wider solche Zufälle vertheidiget hat, dergleichen die kleinen Bewegungen der Luft, auch zwischen beyden zugemachten Rahmen, und das Einfallen der Sandkörnchen oder des Staubes von dem Fenstersturze sind. Doch ist dieses Wasser endlich gefroren, da indessen dasjenige, welches mit Baumöle bedecket war, bey einer strengeren Kälte vollkommen fliessend geblieben ist.

Ueberhaupt dünket mir, daß die Natur der Materien, welche um das Wasser, womit der Versuch gemachet wird, herum sind, hierbey nicht aus der Acht zu lassen sey; und ich rechne es mir für ein Versehen an, daß ich, ausser den sieben gläsernen Gefässen, nicht noch andere von Holze, von Steine, von Metalle, von Wachse, Harze, u. d. m. genommen, auch daß ich nicht einen guten Magnet und ein electrisches Rohr, dem Wasser, bey seiner größten Erkältung, ohne es zu berühren, vorgehalten habe. Indessen habe ich den Anfang freylich wohl von dem Glase machen müssen, sowohl weil ich dadurch alles sehen konnte, was vorgieng, als auch wegen seiner Verwandschaft mit dem Wasser. (*)

Man hätte sich auch noch über zween Puncte belehren sollen, zu derer Untersuchung nun keine Zeit mehr ist, nämlich:

1. Ob nicht eine jede Materie, mit welcher man das Gewebe der Oberfläche des Wassers zerrisse, nachdem sie mit dem Glase, Eisse, oder Wasser mehr oder weniger Aehnlichkeit hätte, das Gefrieren plötzlich zuwege bringen würde. Die Bedingung, die Herr Micheli zu dem eiser-



(*) Zu Ende des ersten Hauptstückes im zweyten Abschnitte.

nen Drate setzet, daß er mit Eisse oder Schnee gerieben seyn soll, scheint anzuzeigen, daß er die Probe damit, auch ohne diese Zubereitung, gemachet habe. Aber, woferne ich mich nicht gar sehr betriege, so wird jeder Körper, von welchem das Wasser, wenn es bey nahe den äussersten Grad Kälte, dessen es ohne zu gefrieren fähig ist, erreichet hat, zertheilet oder im geringsten erschüttert wird, etwas ähnliches, ob wohl vielleicht, nicht so schleunig, ausrichten.

2. Was sich in folgendem Versuche würde zugetragen haben. Man nehme ein cylindrisch Gefäß von Glase, zum Exempel, 4 bis 5 Zoll weit, und eben so hoch, an dessen Boden ein anderes cylindrisches Gefäß von eben der Materie und Höhe, aber nur einen Zoll weit, fest gemachet oder angelötet sey, so daß es recht in der Mitte des erstern, oder um seine Axe herum stehe. Der Raum des großen Cylinders zwischen seinem innern Rande und dem äussern Rande des kleinen Cylinders werde mit Wasser bis ungefähr drey Viertel Zoll von dem obersten Rande erfüllet, und dieses Wasser mit einem halben Zolle Baumöl bedecket, wie oben in dem Glase Num. 1, der kleine Cylinder aber bleibe leer. Endlich setze man das alles in die Kälte, wenn Frost zu vermuthen ist, mit eben der Vorsichtigkeit und in fast eben solchen Umständen, als vor Num. 1. und in dieser Numer sind angezeiget worden. Wenn dieses Wasser, den vorhergehenden Wahrnehmungen gemäß, ohne zu gefrieren, 3, 4, oder 5 Grad Kälte mehr, als ordentlich zum Gefrieren gehöret, erlanget hätte, und man den kleinen inneren Cylinder, bis an die Oberfläche des Wassers im großen Cylinder, voll Wasser gösse, das nicht so kalt wäre, als Eiß: würde dieses Wasser darinne nicht gefrieren müssen? Ist dieses nicht der Fall, da man durch Umlegung eines Gemenges von Salze und Eisse um eine Flasche künstlich Eiß darinne hervor bringt? Wenn nun das gefrorene Wasser in dem kleinen Cylinder hernach seinen Zustand dem Wasser des großen Cylinders durch die

Ver-

Verwandschaft oder Uebereinstimmung zwischen denen Bewegungen der ätherischen Materie in dem Eisse, in dem Glase und in dem Wasser, wovon wir schon zum öftern geredet haben, mittheilete: wäre dieses nicht eine der Wahrnehmung sehr würdige Erscheinung?

Was den misgelungenen Erfolg bey Num. 7. in der 3. Wahrnehmung betrift, so muthmaße ich, daß er daher gekommen sey, weil ich die Glasscheibe, womit ich das Gefäß bedecket habe, erst warm gemachet hatte, um sie an den Rand des Glases vermittelst des Wachses zu befestigen. Denn die Luft unter der Scheibe wird dadurch ansehnlich dünner geworden seyn, und also wird eine Art eines leeren Raumes daselbst bis zum Froste geblieben seyn, und weil durch denselben die Bemühung der äussern Luft, hinein zu dringen, immer ist vermehret worden, so wird sie sich endlich durch einen schwächern Ort in dem Wachse oder an einem Orte, wo das Wachs nicht fest genug angeklebet gewesen ist, einen Weg hinein gemachet haben; woraus eben ein solcher Einfall der Luft erfolget seyn wird, als in dem Fahrenheitischen Versuche, da der Stiel der kleinen gläsernen Kugel zerbrochen ward.

Die kleinen Eißschiefer, welche plötzlich von der Oberfläche des Wassers bis zum Boden entstehen, bestätigen das, was wir angemerket haben, daß sich das Gefrieren mit Faden, mit Stückchen die den Klingen der Federmesser ähnlich sind, anfängt (*), und daß die Theile des Wassers, indem sie gefrieren, eine Bestrebung haben, sich in einer platten Fläche an einander zu legen (**). Und das, was wir noch hinzugesetzet haben, daß das Gefrieren sich allezeit am Rande und auf der Oberfläche des Wassers anfängt, wird keinesweges durch dieses plötzliche Gefrieren umgestossen, welches sich durch die ganze Masse des fliessenden Körpers von seiner Oberfläche bis zu dem Boden des Gefässes, und an



(*) In dem 1. Hauptstücke dieses Abschnittes, zu Anfange.

(**) Im IX Hauptstücke des ersten Abschnittes.

an seinem ganzen inneren Rande hin, erstrecket, nachdem die Erschütterung oder die Aufhebung des Gleichgewichtes in einem dieser Theile ihren Anfang nimmt. Denn es ist klar, daß, bey dem ordentlichen Gefrieren, das Wasser, weil es noch nicht den Grad der Kälte des Gefrierens hat, ehe es gefriert, in denjenigen Theilen zu gefrieren anfangen muß, die diesen Grad von Kälte zuerst erlangen, das ist, die am Rande, oder auf der Oberfläche liegen, oder auf welche sonst die äussere kalte Luft am ersten treffen kann, von welchen Theilen hernach der Frost zu den andern mehr oder weniger geschwinde fortgeht, nachdem er selbst mehr oder weniger schnell, und mehr oder weniger stark ist: dieses darf aber nicht bey solchem Wasser statt finden, das schon seit vielen Stunden oder Tagen durchgängig in seiner ganzen Masse viel kälter ist, als es zum Gefrieren nöthig wäre.

Endlich, um nicht diese Anmerkungen ohne Noth auszudehnen, so muß man hier, wie bey allen andern Gelegenheiten, nur auf das sehen, was bey dieser Erscheinung das allgemeinste und am besten bestätiget ist, und unter allen denen Versuchen und Wahrnehmungen, welche zu ihrer Beschreibung und Erläuterung zusammen kommen, diejenigen, die dem blinden Glücke zu danken sind, und wobey der Wahrnehmer oft das wesentlichste weder gesehen, noch zu sehen gedacht hat, wohl von den andern unterscheiden, die mit Absicht und Vorbedacht sind angestellet worden.

## Sechstes Hauptstück.

### Ob das Wasser zuweilen in einem ganzen Lande gefrieren kann, obgleich die Luft nicht so kalt ist, als bey dem ordentlichen Froste.

Diese Erscheinung, welche einige Naturlehrer für gewiß ansehen, scheint mir noch vielen Zweifeln und Ausnahmen unterworfen zu seyn.

Sie kann nicht das Umgekehrte derjenigen Erscheinung heissen, die wir itzo erst untersuchet haben, wenn nicht die Umstände einerley oder ähnlich sind, wenn der Fall nicht dieser ist, daß das Wasser, welches gefriert, nicht gefroren seyn würde, woferne ihm nicht ein Zufall, eine neue Veränderung wiederfahren wäre, die ihren Grund nicht in der wirklichen Wärme oder Kälte der äusseren Luft hat.

Weil bey der vorhergehenden Erscheinung die Ursache, warum das Wasser nicht gefriert, unerachtet es dem Froste ausgesetzet ist, nur in der Bewegung und dem Gleichgewichte liegt, welche in der inneren subtilen Materie, von der seine Flüßigkeit herrühret, unterhalten werden: so muß hier im Gegentheile die Bewegung dieses Flüßigen, dieses inneren elementarischen Feuers gehemmet, und sein Gleichgewicht mit der äusseren subtilen Materie durch eine ausserordentliche und zufällige Ursache aufgehoben werden.

Denn wenn dieses Wasser an sich selbst, in seinen Grundtheilen, oder in seiner Zusammensetzung von demjenigen wirklich unterschieden wäre, welches wir allezeit gefrieren sehen, so oft es den Grad von Kälte erlanget hat, den unsre Thermometer für das Gefrieren anzeigen, welches sich in verschiedenen Ländern wegen eines von dem Orte herrührenden Umstandes zutragen könnte: so wären das alsdenn zwo unterschiedene fliessende Materien, und es dürfte niemanden Wunder nehmen, daß die eine in einer Luft gefröre, in welcher die andere alle ihre Flüßigkeit behielte.

Man muß also bey gegenwärtiger Frage das zufällige Gefrieren des Wassers in eben dem Lande und an eben dem Orte, wo es sonst gewöhnlich bey eben dem Grade von Kälte fliessend bleibt, sorgfältig von dem beständigen Gefrieren des Wassers in einem anderen Lande, oder an einem andern Orte unterscheiden, welches bey einem solchen Grade von Kälte erfolget, bey dem es gemeiniglich in den meisten Ländern fliessend bleibt.

Wir wollen anfangs den ersten dieser beyden Fälle untersuchen, denjenigen da das Wasser durch einen besonderen Zufall gefriert, ob man gleich kein Frostwetter hat.

Mein Vorhaben ist nicht, die verschiedenen kleinen Abweichungen von der Regel zu erklären, die nur auf einen einzigen Grad Wärme oder Kälte ankommen, den etwan die Thermometer mehr oder weniger zeigen. Denn tausend Zufälle, der Ort, dieser oder jener Wind, oder die stille Luft, worein das Instrument gesetzet worden ist, die Mauer, der Baum, oder der Erdboden, an welchen es anliegt, oder in dessen Nähe es ist, und die mehr oder weniger von der Wärme oder Kälte der vorhergehenden Tage in sich können behalten haben, die Materie, die Stelle, die Forme oder Größe des Gefässes, worinne das zur Wahrnehmung ausgesetzte Wasser enthalten ist, und unendlich viele andere Umstände können alle diese Abweichungen von der Regel, und noch grössere, verursachen, ohne daß man allezeit im Stande sey, sie zu merken. Indessen kann ich sagen, daß ich eben noch nichts ungewöhnliches beym Gefrieren in dieser Art gesehen habe, davon ich nicht nach einer leichten Untersuchung den Grund gefunden hätte.

Wir haben uns also nur bey denen Fällen aufzuhalten, wo die Abweichung von der Regel mehr in die Augen fällt.

Ich erinnere aber, daß man hierbey abermals einen wichtigen Unterschied machen müsse, der die gegenwärtige Wärme oder Kälte der Luft betrift, nämlich ob das Wetter sich von der Wärme zur Kälte, vom Gelinden zum Froste, oder umgekehrt, von der Kälte zur Wärme, vom Froste zum Thauen neige. Denn dieser Umstand kann in alle diese Ausnahmen einen sehr großen Einfluß haben.

Ich sehe nicht, daß man in dem ersten Falle, wenn das Wetter sich zum Froste neiget, einige beträchtliche Ausnahmen von der Regel wahrgenommen habe. Wenigstens ist mir keine vorgekommen, die ich nicht aus einer oder etlichen der oben gemeldeten zufälligen Ursachen erklären könnte.

Es

Es bleibt also der Fall übrig, wenn das Wetter aufgeht, wenn das Wasser immer noch gefroren bleibt, ob das Wetter gleich viel gelinder geworden ist, wenn es nicht aufthauet, unerachtet das Thermometer auf einen Grad von Wärme weist, der weit über dem Puncte des Frostes ist, und unter den wirklich das Thermometer allezeit fällt, wenn es gefrieren will.

Hier aber möchte ich auch wissen, ob diejenigen, die uns diese Erscheinung erzählen, das bloße Schwitzen des Eisses, welches fast unmerklich ist, für ein rechtes Aufthauen halten, oder ob sie dazu das sichtliche Herabrinnen des Wassers von den Eißschollen erfodern. Denn ich habe vielmals zu Anfange des Thauwetters gesehen, daß dieses Schwitzen viele Stunden und wohl einen ganzen Tag gewähret hat, ehe das Zerfliessen erfolget ist, so daß das Thermometer Zeit genug gehabt hat, zween oder drey Grade über den Punct des Frostes zu steigen, ehe das Aufthauen merklicher geworden ist.

Es ist kein Zweifel, daß die Geschwindigkeit oder die Langsamkeit des Aufthauens hier zuweilen einen gar merklichen Unterschied machen kann: doch, wenn man die Sache genau nimmt, so kann ich sagen, daß diese Erscheinung überhaupt eine Folge von dem sey, was wir an seinem Orte bemerken, und zu erklären suchen wollen, daß nämlich das Wasser, welches gefroren ist, viel mehr Zeit brauchet, seine Flüßigkeit wieder zu erlangen, als es gebraucht hat derselben beraubet zu werden.

Es können, ohne Zweifel, bey dieser Wiedererlangung der Flüßigkeit einige Ausnahmen, und einige Mannichfaltigkeit in Ansehung der Zeit und der Größe statt finden. „Ich „habe des Winters oftmals, saget Herr **Müsschenbroek** (*), „und nicht nur in einem Jahre, sondern in vielen Jahren, „ja fast alle Jahre, angemerket, daß zu Anfange des Fro„stes das Quecksilber im Thermometer bey dem 32 Grade „stund„, das ist bey dem Puncte des gefrierenden Wassers (†), „und



(*) Essai de Physique p. 445.

(†) Wie in dem Fahrenheitischen Thermometer, zu Anfange des III Hauptstückes dieses zweyten Abschnittes.

„und daß der Frost immer noch anhielt, unerächtet das „Quecksilber (dieses Thermometers) bis auf den 36 Grad, „ja bis auf den 41 Grad stieg, da doch sonst das Wetter „ordentlich aufgeht, wenn das Quecksilber auf dem 33 Gra„de steht, und es sehr stark thauet, wenn sich das Quecksil„ber bis zum 36 oder 40 Grade erhoben hat„. Da haben wir eine Ausnahme von der allgemeinen Ordnung: das Eiß schmilzt zuweilen nicht, wenn das Thermometer von dem Puncte des Frostes bis zum 36sten oder gar zum 41sten Grade steigt, ob es gleich ordentlich anfängt zu schmelzen, wenn das Quecksilber im Thermometer wieder auf den 33. Grad gekommen ist, und sehr **stark** zu schmelzen, wenn es bis auf den 36 und auf den 40sten kömmt. Dieser Raum zwischen dem 33 und 40. oder 41. Grade begreift ungefähr 3 Grade am Thermometer des Herren von Reaumür in sich.

Hierüber mache ich diese Anmerkung: Es saget dieser geschickte Naturforscher nicht, daß er einmal Wasser hätte gefrieren sehen, ehe die abnehmende Wärme der Luft bis auf den Grad des Frostes gekommen, und als das Thermometer nur bis auf den 41sten oder 36sten Grad gefallen wäre; sondern er saget nur, er hätte es noch gefroren gesehen, es hätte noch nicht aufthauen wollen, als nach dem Froste das Wetter schon wieder bis zu diesen Graden der Wärme gelinde geworden wäre. Dieses bestätiget theils die Unterscheidung, welche ich oben bey dieser Frage gemachet, theils auch die allgemeine Ursache, die ich davon angegeben habe.

Wäre nun sonst etwas, als nur die Abwesenheit oder die Schwächung der subtilen Materie des Feuers, die Ursache von dem Gefrieren des Wassers; wären es **kaltmachende Körperchen**, die sich in das Wasser einschlichen, in der Luft aber nicht aufhielten, und daher das Thermometer nicht zum Fallen brächten, wie einige Schriftsteller, die auf diese Ausnahmen dringen, behaupten; warum hätten diese Ausnahmen nicht auch alsdenn statt, wenn das Wetter kälter wird, ehe noch Frost einfällt und das Wasser gefriert, sondern

nur

nur wenn nach dem Froste Thauwetter einfällt? Die plötzlichen Fröste, die in gewissen Ländern von den salpetrischen und salzigen Körperchen, so sich auf einmal in der Luft zerstreuen, verursachet werden, werden von der Luft so gut als vom Wasser, von den Menschen so gut als von den Thermometern empfunden; ja, aller Wahrscheinlichkeit nach, wirken sie ins Wasser nicht anders als vermittelst der Luft und des umliegenden Raumes, wie wir solches in dem ersten Theile erkläret haben.

Aber woher, wird man endlich sagen, kommen denn nun diese Abweichungen von der Regel, von denen bisher die Rede gewesen ist? Ich gestehe, daß ich dieses nicht genau sagen kann. Ich habe auf sie in dieser Absicht niemals acht gegeben, oder ich habe vielmehr dafür gehalten, sie müßten einem derjenigen Umstände beygemessen werden, die ich oben genennet habe, oder einer Verknüpfung dieser Umstände, oder der Ursache, der Art, der Strenge oder der Dauer der vorhergehenden Kälte, nachdem nun diese selbst von einer der allgemeinen Ursachen, die ich im ersten Theile beschrieben habe, verursachet worden ist, und zugleich der Ursache und der Beschaffenheit des Thauwetters, und den dasselbe begleitenden Umständen.

Im Folgenden wird man noch besser sehen, wie viele Zweydeutigkeiten und ohne Beweis angenommene Sätze hierbey mit unterlaufen.

## Siebentes Hauptstück.

### Weitere Ausführung dieser Frage; Untersuchung des zweyten Falles, nämlich, ob in gewissen Ländern das Wasser beständig bey einem viel geringeren Grade von Kälte gefrieret, als der von unsern Thermometern bey dem ordentlichen Froste gezeiget wird.

Man hat oft diese Erfahrung, ohne sie von dem vorhergehenden zu unterscheiden, angeführet, und daraus eben

eben die Folgen zur Behauptung der kaltmachenden Körperchen gezogen, ohne zu erkennen, daß sie unter eine ganz andere Classe gehöret, und ohne ihre Wirklichkeit eben genau geprüfet zu haben. Es ist gleichwohl offenbar, daß man daraus weiter nichts schliessen konnte, als daß in denen Ländern, wo sie statt hätte, das Wasser von anderer Beschaffenheit seyn müßte, als in unsern Climaen, und daß, es möchte nun damit seyn wie es wollte, die allgemeine Ursache des Gefrierens, so wenig als die allgemeine Ursache der Flüßigkeit, von ihr einigen Abbruch zu befürchten hätte. Denn wo ist dabey eine Schwierigkeit, daß eben dieselbe Ursache in einem Lande und Clima mehr oder weniger Wirksamkeit habe, als in einem andern, gleichwie sie vielleicht, in den verschiedenen Planeten des Sonnenwirbels, in die fliessenden und festen Körper, daraus sie zusammengesetzet sind, ungleich wirket, nach Proportion der Entfernung dieser Planeten von der Sonne, und nach Beschaffenheit ihres besonderen Baues?

Es wäre also nichts wunderbares, daß die Kälte des Gefrierens in verschiedenen Ländern, in verschiedenen Climaen, verschieden wäre, und das so gar nach einem gewissen Gesetze, solchergestalt, zum Exempel, daß in einem Lande ein grösserer oder geringerer Grad von Kälte, das Wasser in Eiß zu verwandeln erfodert würde, als in dem andern, nachdem das eine dem Pole mehr oder weniger nahe läge, als das andere. Hierinnen ist nichts, daß unsern Grundsätzen schlechterdings widerspräche: aber dem sey wie ihm wolle, so muß wenigstens die Ausnahme von ihnen zuverläßig bestätiget werden.

Die bekannteste Wahrnehmung, die man über diese Materie anführet, und auch, glaube ich die einzige, die etwas beweisen möchte, ist die Wahrnehmung des Herren **Cyrillo**, Professors der Medicin in Neapel. Die Nachrichten von gelehrten Neuigkeiten kündigen sie mit viel Vertrauen an. „Folgende Wahrnehmung, heißt es, ist in Neapel mit „einem Londner Thermometer des berühmten **Hauksbee** gemacht, und der Gallianischen Akademie von dem Arzte Cy-

„rillo

„rillo mitgetheilet worden. Die Englische Tabelle setzet den „Frost auf den 65sten Grad: in Neapel aber entstehet das „Eiß beständig mit dem 55sten Grade ungefähr. Das be- „weißt, daß zur Erzeugung des Eisses etwas mehr als bloße „Kälte erfodert wird, welches übrigens, setzet der (*) Jour- „nalist hinzu, eine schon sehr bekannte Sache ist.„ Naturkundige von Ansehen, als Herr Müsschenbroek (**) und andere, erzählen und gebrauchen sie in eben der Absicht; und sie wird in vielen Stellen der philosophischen Transactionen (†) der Königlichen Gesellschaft angeführet, an welche sie Herr Cyrillo geschicket, nachdem er sie, wie er versichert, oftmals viele Jahre nach einander wiederholet hat. Aber es wird dienlich seyn, daß wir sehen, wie Herr Cyrillo in Num. 430 der Transactionen sich selber darüber ausdrücket.

„Die größte Kälte im vergangenen Jahre (1731) und zu „Anfange des gegenwärtigen (1732) ist wahrgenommen wor- „den, als das Thermometer auf den 56sten und 57sten Grad „gefallen war, zu welcher Zeit man Schnee auf den Bergen, „und Eiß in der Stadt sah. Eben so war im folgenden „Christmonate, als es gefror, das Thermometer auf dem „55. und 56sten Grad gefallen; wobey zu merken ist, daß in „der Eintheilung oder Scale des Hauksbeeischen Ther- „mometers das Zeichen des Gefrierens, oder das Englische „Wort Frost, bey dem 56. Grade steht. Aber durch die „Wahrnehmungen, die ich seit vielen Jahren mache, habe ich „befunden, daß wir Eiß bekommen, wenn dieses Thermome- „ter, das mir von London ist geschicket worden, nur bis auf „den 55sten Grad gefallen ist. Man kann also nicht leugnen, „daß zur Entstehung des Eisses in Neapel weniger Kälte „erfodert wird, als in London.„

Wer sollte nicht glauben, daß diese Erfahrung eine der gewissesten in der heutigen Naturlehre seyn müßte, wenn er sieht,

(*) Journal Histor. de la Républ. des Lettres To. 2. p. 288. an. 1733.

(**) Essai de Physique, p. 445.

(†) Man sehe die Num. 424. 430. 434. 435. rc

sieht, daß sie so umständlich erzählet, von so geschickten Leuten angenommen, und dazu angewendet wird, daß man die gemeinesten Begriffe von dem Gefrieren des Wassers umstosse, und eine Hypothese, die nichts weniger als verständlich ist, befestige? Indessen wollen wir gleich zeigen, wie zweydeutig sie ist, um nichts ärgers zu sagen.

Als der nunmehr verstorbene Herr **Martine**, Mitglied der Königlichen Gesellschaft in London, und der Gesellschaft in Edenburg, 1739 durch Paris gieng, so wies er mir etliche Artikel aus einer vortreflichen Abhandlung von der Theorie und der Verfertigung der Thermometer, an welcher er damals arbeitete, und welche das folgende Jahr herauskam. (*) Einer von diesen Artikeln betraf die berüchtigte Wahrnehmung des Herren **Cyrillo**; und was er davon (†) saget, läuft, um es kurz zu fassen, dahinaus,

Daß überhaupt die **Hauksbeeischen** oder Englischen Thermometer, oder, wie sie Herr **Martine** nennet, die Thermometer der Gesellschaft, keinesweges eine richtige und genaue Abtheilung haben, und sonderlich den Punct des Gefrierens nicht genau angeben. Er machet einen Unterschied zwischen denen, von welchen das Modell bey der Gesellschaft verwahret wird, und denen die man gemeiniglich in London machet, und in die Provinzen und ausserhalb des Königreichs versendet. Indessen scheint das, was er hernach beyfüget, den Grund der Verfertigung beyder Arten von Thermometern zu treffen. „Die Scale dieser Thermometer, sagt er, fängt „sich mit o an, das ist, zu oberst der Maschine (ich weis nicht „aus welchem Grunde) steht o, und die Zahlen wachsen un„terwärts, wie die Wärme abnimmt. Oben bey der Sca„le ist geschrieben **sehr warm**, bey dem 25. Grade, **warm**, „bey dem 45. Grade **temperiert**, und die Zahl 65 weist „den Punct des Frostes. Allein durch die Versuche, die ich mit

(*) Unter dem Titel, der oben in einer Note des dritten Hauptstückes dieses zweyten Abschnittes ist angeführet worden.

(†) Auf der 192. und 277 Seite.

„mit einigen dieser Thermometer angestellt habe, die nach
„dem bey der Königlichen Gesellschaft aufgehobenen Modelle
„ziemlich genau verfertiget waren, habe ich befunden, daß
„als sie in schmelzenden Schnee gesetzet wurden, der Wein-
„geist auf den 78 oder 79sten Grad fiel, fast 14 Grade un-
„ter den Punct, den man bisher für den Frost bestimmet
„hatte. Dieser Ueberschuß ist allzu stark, und würde die
„Wahrnehmungen des Doctor **Cyrillo** in Neapel abentheu-
„erlich machen, als nach welchen es gefriert, wenn der Wein-
„geist nur erst auf den 55sten Grad gefallen ist, woferne sein
„Thermometer wirklich nach dem Modelle bey der Gesell-
„schaft wäre gemachet worden.„

In der That würde auf solche Weise der Frost in Nea-
pel den ordentlichen Punct des Frostes um 24 Grade hinter
sich lassen, oder um mehr als 9 Grade nach dem Thermo-
meter des Herren von **Reaumür**. Denn so viel ungefähr
gelten 24 Grade des **Hauksbeeischen**, nach der Verglei-
chungs-Tabelle, die Herr **Martine** für sie gegeben hat (*).

Er zweifelt auch keinesweges, daß die Schuld an ei-
ner Nachläßigkeit entweder des Künstlers in Verfertigung
dieses Thermometers, oder des Herrn **Cyrillo** selbst liege,
welcher vielleicht dieses Instrument an einem Orte hat hän-
gend gehabt, wo es nicht so kalt gewesen ist, als an denen
Oertern, da sich der Frost hat empfinden lassen. Und end-
lich ist dieser Verdacht völlig gerechtfertiget worden, es mag
auch die Ursache des Irrthums gewesen seyn, welche es wolle.

Ich wollte deshalben nach Neapel schreiben; da ich aber
erfuhr, daß Herr **Taitbout**, Französischer Consul an diesem
Hofe, in Paris wäre, so glaubete ich am besten zu thun,
wenn ich mich an ihn wendete, und das um so vielmehr, da
er selbst uns sehr genaue Wahrnehmungen des Wetters ge-
geben hat, die zu Neapel in den Jahren 1742, 1743, und
1744

(*) Er hat aber nach der Zeit den wahren Punct des Gefrie-
rens an dem Thermometer der Gesellschaft auf 77 gesetzet,
aus Ursachen, die hier nicht brauchen angeführet zu werden.

1744 gemachet worden sind, und von denen in den Geschichten oder in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften noch Meldung geschehen wird.

Herr **Taitbout** hat mich also versichert, und hat so gar beliebet mir einen schriftlichen Schein darüber auszustellen, daß er niemals in Neapel so etwas gesehen, als Herr **Cyrillo** bekannt gemachet hat; daß das Eiß in dieser Stadt, in den Brunnen, und in andern Wassern, eben wie in Paris, und sonst allenthalben, sich alsdenn gezeiget hat, wenn das Thermometer des Herrn von **Reaumür**, dessen er sich bedienet hat, auf den Punct des Gefrierens herunter gekommen ist; daß er freylich wohl zuweilen in einem Brunnen oder auf einem Flecken das Wasser hat gefroren gefunden, wenn das Thermometer noch ungefähr einen halben oder ganzen Grad über dem Puncte des Frostes angezeiget hat, daß aber dieses nur geschehen ist, wenn dieses Wasser, vermöge der Lage des Ortes, an der Ecke einer Strasse, oder auf einem offenen Platze, aus welchem man in etliche Strassen sehen kann, dem Winde ist ausgesetzet gewesen, der von den nahen mit Schnee bedeckten Bergen gekommen ist; welches etwas sehr gewöhnliches, und in allen Ländern wahr zu nehmen ist, wovon wir auch den Grund in vielen Stellen dieses Werkes, und vornämlich in dem IX Hauptstücke des ersten Theiles angezeiget haben.

Es ist zu merken, daß das Thermometer, welches zu den Wahrnehmungen des Herrn **Taitbout**, gedienet hat, **in freyer Luft gegen Norden, wo zu beyden Seiten keine Gebäude gewesen sind, in einer Höhe von 34 Fuß über dem Erdboden eines Gartens ist aufgehenket gewesen.** Und diese Umstände sind so wesentlich, daß ich bey einer von seinen Wahrnehmungen den 1. des Hornunges 1744 eine Note finde, worinne er anmerket, daß als sein Thermometer, woran er alle seine Wahrnehmungen gemachet hat, einen Grad unter dem Puncte des Eisses gewiesen hat, **ein anders,** auf gleiche Art verfertigtes, in einem

nem nicht geheitzten Zimmer bey der Sonnen Aufgange auf den 6. Grad über diesem Puncte gewiesen habe. Das giebt einen Unterschied, der viel größer ist, als der, welchen Herr Cyrillo zwischen dem Gefrieren des Wassers in Neapel und in London hat behaupten wollen. Denn 6 Grad an dem Thermometer des Herrn von Reaumür thun, nach der Vergleichungs-Tabelle des Herrn Martine, 15 Grade des Hauksbeeischen.

## Achtes Hauptstück.

### Fortsetzung dieser Materie, von einer andern Seite betrachtet, nämlich, ob das Wasser durch eine heftige Erschütterung seiner Masse, oder durch ein fortwährendes Zuwehen frischer Luft, kälter werden und endlich gefrieren kann.

Aus dem allen, was oben ist angemerket worden, folget, daß das eigentlich so genannte Wasser, das mit sonst nichts vermischet ist, überall von einerley Grade der Kälte gefriere, und daß es überhaupt nicht eher gefriere, als bis die Kälte der Luft oder des Raumes, darinnen es ist, diesen Grad erreichet hat. Aber sollte es nicht etwan noch einen besonderen Fall geben, da ein nicht so kaltes Wasser, in einer nicht so kalten Luft, merklich kälter werden, und endlich gefrieren könnte? Wir wollen hierüber unsre Zweifel und unsre Untersuchung weiter treiben, als man die übereileten Aussprüche getrieben hat, von denen wir nur erst gezeiget haben auf wie schwachem Grunde sie beruhen.

Wir haben aus den in dem III. und IV. Hauptstücke erzähleten Versuchen und Wahrnehmungen geschlossen, daß die Ruhe der ganzen Masse des Wassers, und ihr Verbleiben in einerley Luft oder in einerley Raume, seine Flüßigkeit erhielten, ob es gleich einen Grad Kälte hätte, der den Grad

des Frostes überträfe. Zum Grunde hiervon haben wir dieses angegeben, weil die Ruhe der Masse in immer einerley Raume der inneren Bewegung des Wassers zu statten käme, indem sie der inneren subtilen oder feurigen Materie in dem fliessenden Körper verstattete, ihre Bewegungen, durch welche sie das Gleichgewicht mit der äussern subtilen Materie unterhielte, regelmäßig und periodisch einzurichten; und wir haben angemerket, daß die geringste Störung dieser Ruhe, und die kleineste Veränderung des umgebenden Raumes, dem Wasser wiederum zu seiner Fähigkeit, durch die Kälte zu gefrieren, verhälfen, und es wirklich fast in einem Augenblicke in Eiß verwandelten. Folget nun nicht aus allen diesen Versuchen, und diesen Inductionen, natürlich, nach der Regel des Gegentheils, daß eine heftige Bewegung der Masse und eine stete Veränderung des umliegenden Raumes, das noch fliessend seyende Wasser, in einer Luft, die nicht so kalt ist, als die Luft des Frostwetters, mehr und mehr erkälten, und endlich zu Eisse machen müssen? Lasset uns wenigstens sehen, ob die Natur und die Versuche mit diesem Schlusse stimmen werden?

Die Versuche über diesen Punct scheinen mir anfangs viele Schwierigkeit zu haben. Denn wie soll man eine Masse Wasser in eine heftige Bewegung bringen, ohne in ihrem Innersten eine Erschütterung, ein Zusammenstossen der Theile, zu veranlassen, wodurch dem Wasser eine größre Wärme beygebracht werden würde, nach dem allgemeinen Gesetze der an einander geriebenen Körper? Und daferne diese Bewegung der Masse, um ihre Wirkung zu thun, eine stete Veränderung der Luft oder des umgebenden Raumes machen soll: in was für ein Gefäß soll man das Wasser gießen, es beysammen zu halten, und zu hindern, daß es sich nicht durch diese Bewegung selbst zerstreue, und ohne doch das Anstossen der Luft, dem es ausgesetzt bleiben muß, von ihm abzuhalten? Bringt man es gleich immer in neue Luft, so wird sie zwar immer auf den äussern Rand des Ge-

fässes stossen, aber den inneren nicht berühren: also wird die daran liegende Fläche des Wassers nicht von der neuen Luft getroffen werden, und es mag alsdenn die Bewegung der ganzen Masse noch so stark seyn, so wird doch diese Bewegung in Ansehung der das Wasser umgebenden Luft, und des in dem Gefässe enthaltenen Wassers selbst, nichts seyn.

Indessen, da dieses alles darauf beruhet, daß es einerley seyn muß, ob eine Masse Wasser in der stillen Luft beweget, oder die Luft heftig wider das stillstehende Wasser beweget und getrieben wird: so zeiget sich ein neuer Weg zur Erläuterung dieser Sache, und ich erinnere mich bey dieser Gelegenheit einer Erscheinung, die mir hierinnen einiges Licht zu geben anfängt.

Ich habe die Kugel eines Thermometers fast niemals in eine fliessende Materie, in Wasser, zum Exempel, getauchet gehabt, daß ich nicht, indem ich sie wieder heraus gezogen, den Weingeist oder das Quecksilber in der Röhre merklich hätte fallen sehen, wenn auch die Luft umher etwas weniger Kälte gehabt hat, als das Wasser, daraus die Kugel war gezogen worden. Was widerfährt aber hierbey diesem Thermometer anders, als daß es von dem Wasser, daraus es kömmt, naß bleibt? und was widerfähret dem Häutchen Wasser, davon es naß ist, anders, als daß es auf einmal in einen neuen Raum, in eine Luft versetzet wird, worinne sich die subtile Materie vermuthlich anders, als im Wasser, beweget, mit welcher dasjenige Gleichgewicht, davon wir im V Hauptstücke gehandelt haben, wegen Kürze der Zeit nicht gleich kann getroffen werden. Es ist wahr, dieses Fallen des Thermometers beträgt etwas weniges, ein Viertel, einen halben Grad ungefähr: aber was liegt daran, wenn es nur wirklich und beständig fällt, wie ich solches mit aller Behutsamkeit, die hierzu erfodert wird, versuchet und befunden habe? Wahr ist es auch, daß hier der neue Raum, die neue Luft weder heftig beweget,

noch gegen dieses Häutchen des Wassers getrieben wird; daher auch die Wirkung nicht sehr merklich ist: jedoch ist die Luft an einem solchem Orte, als in einem Zimmer, niemals ohne einige Bewegung der Theile unter einander. Man bringe aber die so noch nasse Kugel des Thermometers in den Wind, oder blase nur darauf in einer Weite von 10 bis 12 Zollen: so wird man es noch ein wenig tiefer fallen sehen.

Dieses vorausgesetzet, komme ich zu folgenden Versuchen.

**Erster Versuch.** Nachdem ich die beyden mit Quecksilber gefüllten Thermometer, die ich oben beschrieben habe (*), 7 bis 8 Zoll weit von einander gestellet hatte, so wickelte ich die Kugel des einen in einen leinenen Lappen, der über ihr mit einem Faden angebunden war; ich tauchete sie ins Wasser, womit ich ein Gefäß von feinem Thone, im Diameter von 3 Zollen angefüllet hatte, und ließ alles in diesem Stande, bis das Quecksilber dieses Thermometers den Grad der Wärme des Wassers angenommen hatte. Dieser Grad wurde einerley mit dem befunden, welchen das daneben stehende Thermometer in der Luft anzeigete; und weil das Zimmer, worinnen ich diese Versuche gemachet habe, immer zugehalten und nicht geheizet wird, so daß sich die Luft darinne lange Zeit bey einerley Grade der Wärme oder Kälte erhält, so fand ich des andern Tages beyde Thermometer noch auf eben demselben Puncte, nämlich auf dem 8 Grade über dem Puncte des gefrierenden Wassers. Ich hatte aus dem anliegenden Zimmer, worinne Feuer gehalten ward, einen großen Blasebalg genommen, und ihn etliche Stunden zuvor in das andere Zimmer geleget, damit er bey nahe eine gleiche Wärme mit der Luft dieses Zimmers erlangete. Ich nahm das Thermometer wieder aus dem Gefässe, in dem es eingetauchet war, oder viel mehr, ich zog nur das Gefäß un-

ter

(*) In der dritten Note des dritten Hauptstückes dieses zweyten Abschnittes.

ter ihm hinweg, und blies ziemlich stark mit dem Blasebalg in einer Weite von 4 bis 5 Zollen auf die nasse Leinwand, in welche die Kugel gewickelt war. Ich sah alsbald das Quecksilber in der Röhre merklich fallen, und in weniger als zwoen Minuten stund es $2\frac{1}{2}$ Grad niedriger als zuvor, das ist, $5\frac{1}{2}$ Grad unter dem Puncte des Frostes, wo es auch stehen blieb. Gleich hernach blies ich auch auf die ganz bloße Kugel des andern Thermometers: und da stieg das Quecksilber ungefähr einen halben Grad, welches demjenigen gemäß ist, was oben bey einem dergleichen Versuche ist gesaget worden, (*) und vermuthlich von einerley Ursachen herrühret. Hieraus war offenbar, daß das Quecksilber in dem ersten Thermometer nur wegen der nassen Leinwand, oder wegen des Wassers, welches die Kugel umgab, gefallen war. Denn da dasselbe durch das Anstossen der Luft, unerachtet sie weniger Kälte hatte, war kälter gemachet worden, so hatte es seine Kälte dem Quecksilber mitgetheilet.

Dieser Versuch ist vielmal und zu verschiedenen Zeiten wiederholet worden, welches auch von den folgenden zu verstehen ist; und das Quecksilber ist allemal fast gleich viel gefallen, mit einem geringen Unterschiede von einem halben Grade ungefähr. Die Wirkung ist also keiner Zweydeutigkeit unterworfen. Man hat dabey zu betrachten:

1. Daß die nasse Leinwand um die Kugel des Thermometers herum ein Häutchen von Wasser erhält, welches sonst, wenn die Kugel nur blos ins Wasser wäre getauchet worden, gar bald verdünsten, oder durch das Blasen zerstreuet werden würde. Es wird auch durch dieses Mittel dasselbe Häutchen in unendlich viele kleine Stückchen zwischen den Faden zertheilet, derer Zwischenräume mit Wasser erfüllet sind. Denn es ist sehr wahrscheinlich, daß die Wirkung dieses Anstossens oder dieser Berührung der Luft desto mehr und desto eher zu merken ist, je kleiner die Masse Wasser ist, an welche sie anschlägt.



(*) In dem neunten Hauptstücke des ersten Theiles.

2. Daß, wenn man durch eine Maschine ein nicht unterbrochenes Blasen hervorbrächte, von welchem auch die Kugel zu gleicher Zeit auf allen Seiten getroffen würde, vermuthlich die Wirkung schneller und ansehnlicher seyn würde.

3. Daß, wenn diese Versuche im Winter gemachet würden, und wenn das Wetter auf Frost stünde, die Wirkung auch, nach aller Wahrscheinlichkeit, stärker seyn, und vielleicht bis auf das Gefrieren des Wassers gehen würde. Allein ich habe dieses nicht versuchet, und bin auch nicht im Stande, es noch vor der Herausgebung dieses Werkes zu versuchen.

4. Es hat mir allemal geschienen, daß diese Versuche bey trockenem Wetter und einem Nordwinde, und wenn das Quecksilber im Barometer sehr hoch steht, besser von statten gehen, als in feuchtem Wetter bey einem Südwinde, und wenn das Barometer niedrig steht; so daß sie hierinne den electrischen Versuchen ähnlich wären.

5. Es ist noch einer wichtigen Wahrnehmung hierbey zu gedenken. Wenn nach dem Versuche die nasse Leinwand um die Kugel des Thermometers bleibt, und das Quecksilber darinne um 2, um $2\frac{1}{2}$ oder um 3 Grad gefallen ist: so bleibt es in diesem Stande viele Stunden, obgleich in dieser Zeit eine viel größere Masse Wasser, die erst in einer kältern Luft gestanden hat, als die Luft in dem zum Versuche bestimmten Zimmer ist, und hernach in dieses Zimmer ist gesetzet worden, die Wärme desselben an sich nimmt.

6. Endlich, wenn die Kugel mit ihrer Leinwand aus dem Wasser gezogen wird, ohne daß man sie anbläst, und nur in die Luft des Zimmers hingestellet wird: so fällt das Quecksilber fast um 2 Grade: allein, da bey dem vorigen Versuche dieses und noch ein größeres Fallen in weniger als zwoen Minuten erfolgete, so erfolget es bey diesem erst nach vielen Stunden. Und wenn in diesem Zustande Luft durch den Blasebalg darauf getrieben wird, so fällt das Quecksilber in der Röhre fast in einem Augenblicke noch tiefer.

Zweyter

**Zweyter Versuch.** Ich nahm eine cylindrische Flasche von Glase, 3 Zoll hoch, ungefähr 15 Linien weit, deren Hals so weit war, daß man die Kugel eines der Thermometer durchstecken konnte. Ich wickelte sie in einen Streifen Leinwand, der zwey bis dreymal um sie herum gieng, und sich unten um den Boden, wie auch oben um ein Theil des Halses, herum legete. Ich befestigte diese Leinwand mit Zwirne, und band die Flasche bey dem Halse an einen Bindfaden, der 5 bis 6 Fuß lang war. Ich füllete sie mit Wasser, und setzete sie also in ein Gefässe, welches mit eben solchem Wasser angefüllet war, bis alles zusammen den Grad der Wärme in dem Zimmer angenommen hatte, der damals 10 Grad über dem Puncte des Frostes war. Hierauf zog ich die Flasche mit dem Bindfaden wieder aus dem Gefässe, und ließ sie in die Runde herum, wie eine Schleuder, 3 Minuten lang bewegen. Es fielen nur etliche Tropfen aus dem Halse herab, alles übrige Wasser blieb in der Flasche und ward durch die Entfernungskraft zurück gehalten. Ich tauchete alsbald das Thermometer darein, und das Quecksilber fiel schleunig um ungefähr 2 Grad.

Eine Flasche, die in Beziehung auf ihren Inhalt eine größere Fläche hätte, und an ein Rad gebunden würde, an dem sie schneller und länger könnte herum beweget werden, würde vielleicht eine größre Erkältung zeigen. Aber es ist schon jene genug zu unsrer Absicht, und ich habe weder Zeit noch Gelegenheit, den Versuch weiter zu treiben.

**Dritter Versuch.** In dem südlichen Theile von Sina, zu Canton, bedienet man sich zur Erfrischung des Wassers einer Maschine, deren Verfertigung gänzlich auf dem Grunde der beyden vorhergehenden Versuche beruhet. Ich habe dieses vom Herren **Godeheu** aus der Ostindischen Gesellschaft, der eine lange Zeit in dieser Stadt gewesen ist, und daselbst alles mit sehr erleuchteten Augen gesehen hat. Er hat eine solche Maschine mitgebracht, womit er mich zu beschenken die Gütigkeit gehabt hat. Sie besteht in ei-

ner Art von Laternen, aus dünnen Weiden-Ruthen nach Art eines Drat-Gitters durchsichtig geflochten, von cylindrischer Figur; zum Deckel hat sie eine Haube von gleicher Arbeit, und zum Boden ein Gitter von hölzernen Stäbchen, die kreuzweise auf einander geleget sind. Auf diesem Gitter ruhet eine starke runde Flasche mit einem langen und starken Halse, die man mit Wasser füllet. Sie ist aus einer gebrannten Erde gemacht, die graulicht aussieht, und schwammig ist, und ist ungefähr eine Linie dick. Das Wasser dringt gar bald durch diese Flasche bis zu ihrer äusseren Fläche. Die Laterne hat vier Füsse, daß man sie auf den Tisch setzen kann, und Stricke, womit sie kann aufgehenket werden. Wenn sie an einen Ort des Hauses zwischen zwo Thüren oder zwey Fenster, die der Luft einen Zug geben, gesetzet oder gehenket wird, so soll sich das Wasser darinne sehr abkühlen.

Ich weis nicht, wie stark diese Abkühlung in diesen warmen Ländern und nahe bey dem Wendezirkel seyn mag: ich will hier nur sagen, was der Erfolg dieses Versuches in Paris gewesen ist, zu einer Zeit, als nach meinen Thermometern, die auf dem 10 Grade über dem Puncte des Frostes stunden, die Luft mäßig warm war, und ein schwacher Westwind wehete.

Gegen eilf Uhr des Abends henkete ich die also zubereitete Maschine in der Thüre des Zimmers auf, wo die andern Versuche waren gemachet worden, zwischen zwey Fenster, die ich beyde aufgemachet hatte, und derer eines in diesem Zimmer der Thüre gegen über ist, und nach Westen sieht, das andere in dem anliegenden Zimmer sich befindt, und nach Osten sieht; und in eben diesen Zug der Luft stellete ich, ganz nahe bey der Laterne, eines der oben beschriebenen Thermometer. Den andern Morgen gegen sieben Uhr fand ich dieses Thermometer auf dem 8 Grade über dem Puncte des Frostes, und da ich es alsbald in das Wasser in der Flasche tauchete, so fiel es darinne, in weniger als einer Minute, auf den 6ten Grad herunter, also zween völlige Grade, und da

blieb

blieb es stehen. Ich goß das Wasser aus dem Halse der Flasche, in welchem das Thermometer stak, ab, und einen Theil des Wassers in dem runden Bauche der Flasche goß ich in ein besonderes Gefäß, hierein tauchete ich das Thermometer, und es blieb noch auf eben dem Puncte. Folglich hatte alles Wasser in der Flasche einerley Kälte angenommen, nämlich, es war alles 2 Grade kälter, als der umgebende Raum, oder die ziehende Luft, welche beständig darauf stieß.

Es ist klar, daß dieser Versuch mit den beyden vorhergehenden auf eines hinaus läuft. Diese schwammige Erde, welche sich ganz voll Wasser gesogen hatte, und durch welche auch so viel durchgedrungen war, als in ein kleines Caffeköpfchen gieng, thut hier schlechterdings eben die Wirkung, als meine nasse Leinwand, nur daß sie länger dauert, und von grösserem Gebrauche ist. Der Pöbel in Canton setzet also dasjenige täglich und viel besser ins Werk, was ich nur durch einen langen Umschweif und durch viel Nachdenken gefunden hatte, womit er sich vermuthlich keine Mühe wird gemachet haben. Selbst dieser Einfall, nasse Leinwand, oder Stroh, oder sonst eine solche Materie um die Flasche zu schlagen, ist nicht neu. Man bedienet sich desselben auf der Küste von Coromandel, und an vielen andern Orten in Indien, das Wasser zu erfrischen, indem man es einem gewissen Winde vom Lande aussetzet, der zwar sehr heiß seyn soll, aber doch diese Erfrischung zu wege bringt. **Das Suray**, saget **Bernier**, in seiner Reise durch Caschimir, **ist eine zinnerne Flasche voll Wasser, die ordentlich nur eine Kanne hält. Das Wasser wird in dieser Flasche sehr frisch, wenn man nur sorget, daß der Beutel (von rother Leinwand) darinne sie stickt, immer naß erhalten werde, und der Diener, der sie in der Hand hält, damit herumgehe, und die Luft bewege, oder auch wenn man sie nur in den Wind setzet, welches man gemeiniglich auf dreyen kleinen artigen Stä-**

ben die kreuzweise gestellet sind, zu thun pflegt, damit sie nicht die Erde berühre. Denn die Nässe der Leinwand, die Bewegung der Luft, oder der Wind, werden nothwendig dazu erfodert, daß das Wasser erfrischet werde (*).

Es ist also hierbey nichts übrig, als daß ich zeige, daß dieses alles eine ganz natürliche Folge meiner Grundsätze sey.

## Neuntes Hauptstück.

## Betrachtungen über die vorhergehenden Versuche und Wahrnehmungen.

Ich werde aber hierbey dem Leser das meiste zu thun überlassen, und will nur anmerken:

Daß die Hervorbringung und die Erklärung dieser Erscheinung zu ihrem Grunde das Umgekehrte von demjenigen haben, was von dem Wasser ist gesaget worden (†), welches nicht gefriert, unerachtet es in einer Luft steht, die kälter ist als die Luft beym Froste:

Daß durch die 5. Wahrnehmung (††) in dem entgegengesetzten Umstande vollends gänzlich erwiesen wird, daß das Wasser sich lange Zeit in einerley Zustande erhalte, wenn nur seine Masse in Ruhe ist, und die umgebende Luft einerley bleibt; welches hier bey den Theilchen des Wassers statt findt, das sich in den Räumen zwischen den Faden der Leinwand, oder zwischen den Klümpchen Erde in der Flasche aufhält:

Daß diese Erscheinungen eines Wassers, welches sich in einem Grade von Kälte, der den Grad der Kälte des umgebenden

(*) Suite des Mém. du Sieur *Bernier* sur l' Empire du grand Mogol p. 13.

(†) Zu Anfange des V. und des VIII. Hauptstückes dieses II. Abschnittes.

(††) Unter den Anmerkungen zum ersten Versuche des vorhergehenden Hauptstückes.

gebenden Raumes so weit übertrifft, eine nach Beschaffenheit seiner kleinen Massen so lange Zeit hält, einen neuen Beweis von der oben (*) von uns angezeigten inneren Ursache seiner Flüßigkeit und seiner inneren Bewegung an die Hand geben:

Daß, ob wir gleich nicht Grund genug haben, zu behaupten, daß man sich durch die im vorhergehenden Hauptstücke gemeldeten Mittel Eiß verschaffen könne, es doch zu vermuthen ist, daß die Sache in den erfoderten und besagten Umständen, oder in ähnlichen, nicht unmöglich sey. Es wäre hierüber ein Versuch zu machen, wenn man etliche solche Flaschen hätte, als die in dem 3. Versuche des vorhergehenden Hauptstückes beschriebene ist. Man müßte das Wasser aus der ersten Flasche, worinne es schon frisch gemachet worden wäre, in eine zweyte gießen, und mit dieser zweyten Flasche eben so verfahren, wie mit der ersten, ohne doch so lange zu warten, oder sich einen noch stärkeren Zug der Luft verschaffen, ferner eben das mit einer dritten Flasche vornehmen, und so weiter; so würde man sehen, ob nicht die Kälte des Wassers immer zunehmen, und endlich Eiß daraus werden würde.

Endlich will ich bey dieser Gelegenheit, und nach Anleitung dieser Gründe, über das Gefrieren der Dünste in der Atmosphäre, und über die daraus folgende Erzeugung des Schnees, folgende Muthmassung vortragen.

Aus allem, was wir in den vorhergehenden Hauptstücken gesaget haben, ist leicht zu sehen, daß die Dünste, die in der Atmosphäre schweben, in einer Luft, von der sie beständig gestossen werden, oder, welches einerley ist, in der sie schwimmen und nach verschiedenen Gegenden beweget werden, darinne um zween oder drey Grade kälter werden müssen, als diese Luft selbst ist, ja wahrscheinlich noch mehr, aus Ursache ihrer Dünne. Sollten nun nicht diese Dünste, vermöge der vorausgesetzten Erfahrungen, gefrieren können, wenn die Kälte der Luft,

(*) In dem ersten Theile.

Luft, darinne sie schwimmen, nur um zween bis drey Grade von der Kälte des Gefrierens entfernet ist. Werden aber nicht diese gefrorenen Dünste hinwiederum die Luft kälter machen, in welcher sie schwimmen? Und wird nicht aus dieser mittleren und beyderseitigen Erkältung, sonderlich im Anfange, in einer ansehnlichen Masse oder Gegend der Atmosphäre ein Grad von Kälte entstehen, der geringer ist als der Grad des Gefrierens? Mit einem Worte, sollte nicht zur Erzeugung des Schnees, welcher augenscheinlich aus nichts anderem, als aus kleinen Faden von gefrorenen Dünsten, besteht, eine geringere Kälte in der Atmosphäre erfodert werden, als zur Entstehung des ordentlichen Eisses, in so weit sich dasselbe aus viel größern und in die Sinne fallenden Massen Wasser formiert? Sollte nicht auf solche Weise, und in dergleichen Umständen, derjenige Schnee entstehen, den wir zuweilen bey nicht so kaltem Wetter, als das Frostwetter ist, fallen sehen, oder der uns ein gelinder Wetter zu bringen scheint? Und sollten nicht von eben dieser Ursache diejenigen Schlosen im Sommer mit herkommen, welche nichts anders zu seyn scheinen, als auf einander gehäufete Schneeflocken, wie daraus zu schliessen ist, daß sie um ihren Mittelpunct herum sehr dünne und weiß sind, unerachtet sie eine glatte Fläche haben, und in ihrem Durchgange durch die untere Gegend der Luft zum Theile geschmolzen sind?

* * * * * * * * * * * * * * * * * * *

# Dritter Abschnitt.

## Von den Erscheinungen bey dem vollkommenen Eisse.

## Erstes Hauptstück.

### Von der Größe des Eisses.

Die Kraft, die das Wasser anwendet, sich auszubreiten, und mehr Raum einzunehmen, so bald es anfängt,

und

und indem es fortfähret zu gefrieren, ist, wie wir gesaget haben, die Ursache der Zersprengung der Gefässe, darinnen es eingeschlossen ist, und aller der anderen wunderbaren Wirkungen, die wir daraus in dem ersten Abschnitte hergeleitet haben. Aber wie groß ist nun der Raum, der eine Masse Wasser, wenn sie vollkommen gefroren ist, einnimmt, oder was ist die Größe einer Eißscholle, absonderlich betrachtet? Es wird hierinne, ohne Zweifel, eben so viel Mannichfaltigkeit seyn, als in dem Maße der Kraft, von der diese Erscheinung herrühret. Denn es werden, in Beziehung auf die erste Ursache von dem Aufschwellen des Eisses, mehr oder weniger und größre oder kleinere Luftblasen, die sich darinne verhalten, in Beziehung auf die andere Ursache, ein mehr oder weniger behender Ausgang der Luft, die in größerer oder geringerer Menge daraus gefahren ist, in Beziehung auf die dritte, mehr oder weniger günstige Umstände, der Grad der Kälte, durch welche das Eiß entstanden ist, und die wirkliche Wärme oder Kälte desjenigen Wassers, das man zur Vergleichung brauchet, lauter Quellen der Mannichfaltigkeit in der gänzlichen Wirkung, und in der dem Eisse zukommenden Größe seyn. Es darf uns also nicht wundern, daß die Versuche hierüber unter den Händen verschiedener Wahrnehmer ja auch eines einzigen verschiedentlich ausfallen, welches ich selbst erfahren habe. Inzwischen ist es doch allemal nützlich, daß man sich in dergleichen Fällen gleichsam einen festen Punct setze, um welchen herum man aller Veränderungen ordnen möge.

Deshalben habe ich ein Mittel ergriffen, welches demjenigen ganz ähnlich ist, dessen sich, wie bekannt ist, Archimedes bedienet hat, den Theil Silber, der zur goldnen Krone des Königs Hierons zu Syrakus betrüglicher Weise war zugesetzet worden, zu entdecken, ohne sie einzuschmelzen oder zu beschädigen. Ich habe erst ein Stück Eiß absonderlich gewogen; Hierauf habe ich ein unter Wasser getauchetes Stück Eisen oder anderes Metall an den Arm der Wage gehenket,

ket, um zu sehen, wie viel es in diesem Wasser wöge; und nachdem ich das Gewicht des Stückes Eiß in der Luft, und das Gewicht des Eisens in dem Wasser angemerket hatte, habe ich das Eisen und die Eißscholle mit einem kleinen Faden an einander gebunden, und beyde zugleich an den Arm der Wage gehenket, und sie so zusammen unter eben dasselbe Wasser getauchet. Was dieses alles zusammen weniger wog, als das Stück Eisen im Wasser gewogen hatte, gab mir den Werth der Leichte des Stückes Eiß in Vergleichung mit einem gleich großen Stück Wasser, ungefähr wie 19 gegen 18, welches zugleich die Verhältniß zwischen den Größen des Eisses und des Wassers ist; sintemal die Größen der Körper sich gegen einander wie ihre Leichten, oder umgekehrt wie ihre specifischen Schweren verhalten. Dieses Verfahren wird desto richtiger seyn, je behender man ist, damit das Eiß keine Zeit habe, in dem Wasser zu schmelzen, und je weniger die Kälte dieses Wassers von dem Grade des Frostes unterschieden ist. Diese Vorsichtigkeit hatte ich ohne Zweifel nicht bey Seite gesetzet, als ich diesen Versuch in **Languedoc** machete, weil ich in meinen Papieren finde, daß das Stück Eiß, als ich es wieder in der Luft gewogen habe, nichts merkliches von seinem ersten Gewichte verloren hat. Ich habe eben diesen Versuch in Paris bey dem harten Froste 1740 wiederholet, als das Thermometer des Herrn von **Reaumur**, fast 10 Grad unter dem Puncte des Frostes, und die Kälte des Wassers, darein ich das Stück Eiß tauchete, $1\frac{1}{2}$ Grad über diesem Puncte war. Die Größe des Eisses übertraf die Größe eines gleich schweren Stückes Wasser um den 14ten Theil von dieser. Ohne Zweifel kann der Unterschied, nach **Boylen**, viel größer seyn, und gar $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{9}$ machen (*): aber ich weis nicht, wie und in welchen Umständen er solches befunden hat.

Wenn man einigen Seefahrern, oder den Verfassern ihrer Reisen glauben wollte, so müßte man schliessen, daß das Gewicht

(*) *J. B. du Hamel* de corporum affectionibus. p. 126.

Gewicht der ungeheueren Eißschollen, die in den nordlichen Meeren treiben, nur die Hälfte von dem Gewichte einer gleich großen Masse Wassers wäre. Denn sie geben dieses für eine bekannte Regel aus, daß **diese erstaunlichen Eißberge so tief unter der Oberfläche des Meeres gehen, so hoch sie über dieselbe hervorragen.** Sie würden nichts vergrößert haben, wenn sie gesaget hätten, daß sie 9 bis 10 mal so tief giengen. Denn vermöge der hydrostatischen Regel, die noch bekannter und gewisser ist, verhält sich der Theil eines schwimmenden Körpers, der über die Oberfläche des Fliessenden ist, gegen den untergetauchten Theil, wie der Unterschied zwischen ihren eigenen Schweren, gegen die eigene Schwere des leichteren. Also wenn man mit **Boylen** annehmen will, daß die Schwere des Wassers in diesen Meeren, und des darinne schwimmenden Eisses, in der Verhältniß 10 gegen 9 stehe: so wird der Theil dieses Eisses ausser dem Wasser sich gegen den Theil unter dem Wasser nicht anders verhalten können, als 1 gegen 9. Dieses, sage ich, gilt vermöge der hydrostatischen Regel von jedem Stücke Eiß, das zwischen zwo platten und parallelen Flächen enthalten ist, dergleichen sie ordentlich sind. Denn für diejenigen Eißschollen, die eine andere Figur hätten, und die oben oder unten hohl oder erhaben, oder sonst unordentlich gestaltet wären, würde sich keine beständige Regel geben lassen, obgleich die allgemeine Regel in Ansehung des ganzen Gewichts und des ganzen Raumes immer besteht.

Wir haben oben angemerket, daß das Eiß aus solchem Wasser, welches durch die Luftpumpe von der Luft ist gereiniget worden, ein wenig schwerer ist, als ordentliches Wasser. Nach etlichen Versuchen, die ich hierüber angestellet habe, kann der Unterschied unter den Gewichten dieses Eisses und des Wassers ein 22tel austragen. Er ist also noch größer, als der Unterschied zwischen den Schweren des Flußwassers und des Meerwassers, den man auf ein 48tel schätzet.

## Zweytes Hauptstück.

### Ob die Größe des gefrorenen Wassers, oder des Eisses, immer fort wächst.

Man kann von der Größe des Eisses eine Frage aufwerfen, die nicht ohne Grund ist: nämlich, ob sie noch zunimmt, wenn das Eiß schon vollkommen ist? Wir werden bald sehen, daß sie durch das Ausdünsten abnimmt: allein dieses wollen wir hier bey seite setzen. Und wenn unerachtet dieser Ausdünstung, und wo dieselbe nicht statt findet, dennoch die Vermehrung der Größe sich durch ihre ordentlichen Wirkungen an Tag leget: so müssen wir schliessen, daß sie wirklich geschehe.

Weil die Kälte und der Frost das Aufschwellen des Wassers und des Eisses in seinem Anfange, verursachen; warum sollte nicht das Anhalten der Kälte, und eine fast allemal größre Kälte, das Eiß noch mehr aufschwellen, wenn es schon vollkommen ist? Es könnte nichts im Wege stehen, als nur die Ruhe aller seiner Theile unter einander: aber folgende Erfahrungen zeigen, daß diese Ruhe nur eine scheinbare ist.

Das eiserne Rohr in den Versuchen der Herren **Huygens** und **Buot**, davon wir oben (*) geredet haben, zersprang erst 12 Stunden nachdem es war mit Wasser gefüllet, und in den Frost geleget worden. Man hat den Diameter dieses Rohres nicht angegeben: aber wenn es nur, zum Exempel, ein starker Musketen-Lauf gewesen, wie man zu glauben Ursache hat, und die Kälte etwas stark gewesen ist, so hat das Wasser nur etliche Minuten oder höchstens eine Stunde Zeit gebrauchet, bis auf die Axe des Cylinders, den es darinne gemachet hat, zu gefrieren. Denn es hat, von dieser Axe bis zur Fläche des Cylinders zu rechnen, die Kälte nur eine Dicke von 4 bis 5 Linien, oder, wenn man die Dicke des Rohres mitrechnen will, höchstens einen Zoll Eisen und Wasser zu durchdringen

(*) Im eilften Hauptstücke des ersten Abschnittes.

dringen gehabt. Das thut aber ein starker Frost ordentlich in einer Stunde, und ganz gewiß in zwo Stunden. Warum hat nun die fast unüberwindliche Ausbreitung des Eisses die Zersprengung des Rohres erst nach 12 Stunden bewerkstelliget?

Bey Materien, die viel zerbrechlicher sind als das Eisen, wie bey gebrannter Erde, bey Glase und Porcelane, erfolget eine ähnliche Wirkung eher oder später nach dem völligen Gefrieren, nachdem die aus dergleichen Materien gemachten Gefässe eine große Dicke in Ansehung ihres Innhaltes oder der darein gehenden Menge Wassers haben.

Wir haben an seinem Orte angemerket, daß wenn man Wasser, welches der kalten Luft eine große Oberfläche bloß stellet, in Gefässen, die einen Theil von dem Drucke des Eisses aushalten können, gefrieren läßt, der übrige Theil des Druckes wider das Eiß selbst ausgeübet wird, dessen Oberfläche dadurch ein wenig gebogen wird, entweder vermöge des Widerstandes, den das Gefässe seiner Ausbreitung entgegensetzet, oder vermöge der Ausdehnung des Wassers und der Luftblasen unter diesem Bogen, wo der Frost zu wirken fortfähret. In diesen Umständen habe ich das Gefäß unten durchstochen, um das noch übrige Wasser ablaufen zu lassen; ich habe es hernach von neuen in starken Frost gesetzet, und viele Stunden oder etliche Tage darinne stehen lassen: und da habe ich fast allezeit gefunden, daß die krumm gebogene Oberfläche des Eisses noch erhabener geworden ist. Es ist zwar diese Krümme in beyden Fällen nicht sehr merklich, doch ist es nicht unmöglich, sich davon sowohl zuvor als hernach ziemlich genau zu versichern, wenn man ein Lineal an den oberen Rand des Gefässes anhält, und den Abstand seiner unteren Schärfe von dem höchsten Puncte des Bogens, oder, wie ich es hier setze, von dem mittelsten Puncte in der Oberfläche des Eisses mißt. Nun sieht man aber zur Genüge, daß diese Vermehrung der Krümme nichts anders seyn

kann, als eine Wirkung von der neuen Bestrebung des Eisses sich auszubreiten.

Was uns dieser Versuch im Kleinen zeiget, das trägt sich im Großen zu, wenn ich nicht irre, auf großen Wasserplätzen, auf den Seen, und auf den Sümpfen, wenn sie gefroren sind, wo man zuweilen ein Krachen höret, als wenn ein Balke zerbräche. Nach aller Wahrscheinlichkeit entsteht dieses Krachen von den Theilen, die sich abtrennen, und sich, indem sie von den Seiten unterstützet werden, solchergestalt gegen einander in die Höhe richten, daß das Eiß sich zu erheben und auf zu springen scheint, und daß es zuweilen Risse machet, die eine halbe, und wohl gar eine ganze Meile lang sind (*).

Ich habe vielmal wahrgenommen, und der geschickte Naturforscher, dessen Worte ich nur erst angeführet habe, hat es auch angemerket, daß die Luftblasen, die man in dem Eisse sieht, darinne nach und nach zusehends größer geworden sind, so daß eine Blase, die anfangs nur eine oder zwo Linien im Diameter zu haben schien, nach etlichen Tagen zweymal, viermal, und mehr mal, so groß geworden zu seyn scheint; ich sage, geworden zu seyn scheint, weil die Brechung der Lichtstralen in dem Eisse, durch welches man sie sieht, uns hindert, von ihrer wahren Größe richtig zu urtheilen. Indessen da doch ihre wahre Vergrößerung der scheinbaren proportionirt ist: so kann man an ihrer Wirklichkeit nicht zweifeln. Woher kann nun diese Vergrößerung kommen? Die innern Wände des Raumes, welchen die Blase einnimmt, können nicht in dem Innersten des Eisses verschwinden: nothwendig muß also der ganze Raum, den das Eiß einnimmt, größer werden, und die hohle Kugel, in welcher diese Luftblase eingeschlossen ist, sich erweitern, und der Luft gestatten, sich auszubreiten.

Endlich

(*) *Musschenbroek*, Essai de Physique, p. 443.

Endlich habe ich mich im Jahre 1740 noch näher von dieser Sache überzeuget. Denn als ich das Stück Eiß, das ich zu dem Versuche in dem vorhergehenden Hauptstücke gebrauchet, acht Tage in dem Froste hatte stehen lassen, und es hernach von neuen auf eben die Art, und in einem gleich kalten Wasser abwog: so fand ich seine relative Größe ungefähr um $\frac{1}{78}$ vermehret; das ist, da es zuvor nur nach der Verhältniß 14 gegen 13 leichter war als das Wasser, so war es nunmehr bey nahe nach der Verhältniß 12 gegen 11 leichter.

## Drittes Hauptstück.

### Von der Kraft des Eisses, womit es widersteht, wenn es soll zerrissen, zerbrochen, oder platt gemachet werden, und überhaupt von seiner Festigkeit.

Bisher ist von der Kraft des Eisses nur in Ansehung seiner Ausbreitung und des Druckes, den es auf alles ausübet, was solcher widersteht, gehandelt worden. Jetzo wollen wir von seiner Kraft in Ansehung des Zusammenhanges und der Härte seiner Theile reden, und überhaupt von dem Widerstande, den es thut, wenn seine Theile von einander getrennet, oder aus ihren Stellen verrücket werden sollen.

Ueberhaupt widersteht das Eiß seiner Zerreisung desto stärker, je dichter es ist, je weniger es Luft in sich hat, oder je weniger dieselbe Art von Sieden, in die das Wasser währendes Gefrierens kömmt, heftig gewesen ist. Also trägt die Langsamkeit des Gefrierens zur Stärke des Eisses etwas bey, in so ferne sie der im Wasser verborgenen Luft mehr Zeit giebt, aus demselben herauszufahren.

Doch will ich dieses nur von dem Eisse in unsern Ländern verstanden wissen, wo die Kälte, so strenge sie auch uns vorkömmt, nur mittelmäßig ist in Vergleichung mit der Kälte

der nordlichen Länder bey dem Polarzirkel, und über denselben. Denn das Eiß könnte so geschwind entstehen, und durch eine so übermäßige Kälte erzeuget werden, daß seine Härte durch die äusserste Starrheit der besonderen Häufchen von eigenthümlichen Theilen des Wassers mehr vergrößert, als durch die Menge Luft, die wegen des schleunigen Zufrierens darinne bleiben müßte, vermindert würde. Alsdenn wäre es mit diesem Eisse, wie mit gewissen Steinen, die, unerachtet sie rauh und löcherig sind, dennoch den Taufstein und andere Steine, derer Theile viel steter und ordentlicher zusammengesetzt sind, an Härte übertreffen.

Dieses trift auch fast so bey dem nordlichen Eisse ein, nach dem Zeugnisse eines gelehrten Steuermanns (*), der eine genaue Beschreibung davon in demjenigen Tagebuche gegeben, das er zum Theile dem Verlangen der Königlichen Gesellschaft in London Genüge zu leisten aufgesetzet hat. **Der Unterschied zwischen dem Eisse in Spitzbergen, und dem in unserm Clima, besteht darinne, daß jenes nicht so eben ist, daß man darauf gleiten könnte . . . und daß es viel härter ist, so daß man Mühe hat, es zu zerbrechen . . . und zu schmelzen. Es ist so hart als ein Stein, und zugleich so schwammig wie ein Bimsenstein.** Er meldet aber auch, daß in den großen Eißschollen, die sich im Eißmeere befinden, der untere nach dem Grunde des Meeres zugekehrete Theil der schwammigste, der obere aber es viel weniger ist, **den man deswegen die Substanz und das Mark des Eisses nennen könnte.**

Der Grund dieser Verschiedenheit ist nicht schwer einzusehen. Die salzigen Theilchen, welche schwerer sind als das Wasser, machen daß das salzigste Wasser sich nach dem Grunde senket: deshalben muß das süsse Wasser der Flüsse die

(*) Friedrich Martens, ein Hamburger, im Jahre 1671. Journal du voyage à Spitzbergen &c. traduit de l'Allemand en Francois. *Ch.* III. *de la Glace.* In dem Recueil des Voyages au Nord.

die sich in das Meer ergiessen, und der Quellen, die es oft im Grunde des Meeres giebt, ordentlich nach der Oberfläche herauf steigen, ehe es sich vollkommen mit dem salzigen Wasser, welches schwerer ist, vermischen kann. Da nun das Salz das Gefrieren hindert, wenn es mit dem Wasser vermischet ist, wie wir an seinem Orte sagen werden: so ist es klar, daß dasjenige Meerwasser, welches mehr Salz hat, ein nicht so dichtes, sondern mehr schwammiges Eiß geben muß, als solches, worinne weniger Salz ist. Uebrigens sind diejenigen Eißschollen, an denen man diese doppelte Dichte wahrnimmt, fast allezeit an den Küsten, oder haben sich von ihnen abgetrennet; denn das Meer gefriert gar nicht, ausser an den Küsten und bis auf eine Weite von zwanzig Meilen, wie es die Schiffer befunden haben, die dem Pole am nächsten gekommen sind: und es muß auch allemal bey den Küsten das süsse Wasser in größrer Menge seyn, weil daselbst die Flüsse ihren Einfluß haben.

Das Eiß auf dem Lande in Island ist so hart, daß es schwerlich mit dem Hammer kann zerschlagen werden, und so trocken, daß man sonst auf dieser Insel eine Sage gehabt hat, daß es brennete, wenn man es ins Feuer legete(*), nicht anders als Steinkohlen. Was diesen letztern Umstand betrift, so glaube ich, man werde keine Erklärung desselben von mir verlangen, so wenig als eine Erklärung des brennenden Hagels, von welchem ein Schriftsteller (**) aufgezeichnet hat, daß er in dem großen Winter 1305 gefallen wäre, und viele Feuersbrünste gemachet hätte. Das eine dieser Wunder hat man sich etwan eingebildet, weil man durch harzige oder salpetrische Zusammenwachsungen, die an dem Eisse mögen gewesen und mit ihm verwechselt worden seyn, sich hat verführen lassen: Das andere, wegen



(*) Adam von Bremen, der in *La Peyrere* Relation d' Islande, Art. 49. angezogen wird.

(**) Kranz, beym *Perrault*. Essai de Physique, Tome 4. p. 345.

einer feurigen Lufterscheinung, die etwan mit dem Hagel ist verknüpfet gewesen. Allein das heißt solchen Sagen zu viel Ehre erweisen, wenn man einen Grund für sie suchet.

Um etwas genaueres von der Kraft zu sagen, womit das Eiß widersteht, wenn es zerbrochen werden soll, ließ ich Wasser in einer runden Röhre, die im Lichten 4 Linien weit war, gefrieren. Ich nahm hernach den kleinen Cylinder vom Eisse aus der Röhre, in welcher er stack, heraus, indem ich sie ein wenig warm machete, und nachdem ich ihn von neuen in die Kälte gebracht hatte, legete ich ihn fest auf zwo Stützen, die sechs Zolle weit von einander gesetzet waren, und henkete an ihn in der Mitte vermittelst eines Fadens ein Körbchen, in welches ich so viele Schrote warf, bis dieser Cylinder von Eisse zerbrach. Ich befand, daß er kurz zuvor, ehe er zerbrach, 1 Pfund, 1 Unze, und 2 Quentchen trug. Diesen Versuch habe ich vielmal wiederholet, er hat mir aber immer etwas anders gegeben, nachdem mehr oder weniger Luftblasen in dem Eisse waren, nachdem sie darinne mehr oder weniger gleichförmig ausgebreitet waren, und nachdem das Eiß schon eine längere oder kürzere Zeit gelegen hatte. Dieses ist noch in Nieder-Languedoc geschehen. Ich habe nach der Zeit diesen Versuch zu Paris im Jänner 1740, als das Thermometer mehr als 9 Grade unter dem Puncte des Frostes war, mit einem Cylinder von Eisse gemachet, dessen Grundfläche ziemlich genau 12 Linien oder einen Zoll im Diameter hatte, und auf ein paar Stützen, die eben so weit von einander stunden, ruhete, nachdem er 24 Stunden in dieser Kälte gelegen hatte. Er trug $10\frac{1}{2}$ Pfund, und zerbrach von eilfen; woraus folget, wenn die Grundflächen des Bruches, die Mittelpuncte der Schwere dieser Grundflächen, und die Puncte der Ausdehnung und Zusammendrückung, nach der Theorie des Widerstandes fester Körper, auf einander reducirt werden, daß der Widerstand dieses Eißstückes etwas größer gewesen ist, als der Widerstand des Cylinders, der 4 Linien im Diameter

meter hatte. Nach diesem Fuße, und in eben solchen Umständen, würde ein Cylinder von Eisse, der 12 Zolle im Diameter hätte, 1512 Pfund tragen, ohne zu zerbrechen.

Um diesen Widerstand mit dem Widerstande anderer bekannter Körper, zum Exempel des Marmors, zu vergleichen, habe ich eben diese Probe an einem viereckigen rechtwinkligen Prisma von weissem Marmor gemachet, welches ich liegend hatte, und welches ungefähr einen Fuß lang, und einen Zoll breit und dick war. Als es auf zwey Stützen 10 Zoll weit von einander geleget worden war, so trug es in der Mitte 84 Pfund, das Pfund zu acht Unzen gerechnet, etliche Secunden lang ehe es zerbrach, und zerbrach nach scharfen rechten Winkeln ungefähr eine Linie weit von der Mitte; woraus man, wenn eben dieselben Reductionen sind gemachet worden, die wir doch hier nicht ausführlich beybringen mögen, schliessen kan, daß der Widerstand des Eisses viel schwächer ist, als der Widerstand des Marmors, ungefähr in der Verhältniß, wie 1 gegen 10. Allein, wie ich schon angemerket habe, es können verschiedene Umstände in diesen Versuchen sowohl in Ansehung des Eisses, als auch in Ansehung des Marmors, des Holzes, und anderer fester Körper eine große Veränderung machen. Uebrigens kann auch, dieser Versuch, was das Eiß betrift, nach dem was ich davon gesaget habe, und nach dem Zeugnisse Friedrich Martens von dem Eisse in Spitzbergen, zu beweisen dienen, daß überhaupt das Eiß desto stärkern Widerstand thut, wenn es zerbrochen werden soll, je größer die Kälte ist, oder je kälter die Länder sind, darinnen es entstanden ist.

Was das Anhängen und Ankleben des Eisses an festen Körpern, an die es sich angeleget hat, betrift, so haben wir einen Versuch vom Herren **Varignon** (*), aus welchem erhellet, daß ein zirkelrundes Stück Eiß, von fast 3 Zoll im Durchmesser, und 3 Unzen 2 Quentchen schwer, das sich mit seiner Grundfläche an das Sohlstück eines Fensters vor 6



(*) Hist. de l'Acad. des Sc. 1691 p. 113.

Minuten angeleget hatte, mit einer Kraft von 16 Pfunden und ungefähr 3 Unzen nicht konnte los gemachet, sondern der Hammer dazu mußte gebrauchet werden. Allein es fehlen hier, wie man leicht sieht, so viele Umstände, daß man nichts genaues daraus schliessen kann.

Wenn man einen sehr kalten und sehr dichten Körper, als Metall, mit den Fingern angreift: so geschieht es manchmal, daß sie daran angefrieren, und daß, wenn man sie gar zu geschwind zurück ziehen will, die Haut daran kleben bleibt, oder wenigstens davon beschädiget wird. Dieses ist nicht schwer zu begreifen. Das Feuchte der Ausdünstung, und vielleicht ein wenig Schweiß, gefrieren plötzlich, und weil sie an dem Metalle und an der Haut zugleich hängen, so verbinden sie eines mit dem andern. Aber ein wenig Geduld, und die natürliche Wärme der Hand, können diese Gefahr bald überwinden.

Die Zähe der Theile, welche das Hauptsächlichste in dem Widerstande des Eisses, und überhaupt eines jeden Körpers durch ein an ihn gehenktes Gewicht zerbrochen werden soll, ausmachet, ist nicht einerley mit dem, was man seine Härte nennet, obgleich die eine dieser Beschaffenheiten, bis auf einen gewissen Punct, nicht leicht ohne die andere ist, und allebeyde von einerley Ursachen abhängen können. Eine marmorne Tafel kann härter seyn, als ein Bret von Tannenholz, und dennoch der Zerbrechung durch einen Schlag, oder durch eine Zusammendrückuug viel weniger widerstehen. Mit einem Worte, die Kräfte, womit verschiedene Körper der Zusammendrückung und dem Schlage widerstehen, sind keinesweges der Kraft proportionirt, mit der sie der Zerreissung oder Zerbrechung widerstehen, die durch Gewichte verursachet wird, welche entweder in ihrer Mitte zwischen zwo Stützen, oder an ihrem einen Ende aufgehenket werden, wenn das andere Ende fest gemachet ist, und zurück gehalten wird. Die Härte der Körper ist der Weiche mehr entgegen gesetzet, als die bloße Zähe, und zeiget daher genau-

er den Widerstand an, den ein Körper thut, wenn er ausgedehnet, oder platt gedrücket, oder überhaupt seine Figur verändert werden soll; und dieser Widerstand ist ordentlich desto größer, je fähiger ein Körper ist, sich brechen und in Staub zerreiben zu lassen, wie man solches am Wachse, am Harze, wenn sie mehr oder weniger kalt sind, und an vielen andern Dingen sieht. Die Kraft oder der Widerstand des Eisses kann also noch in diesem mannichfaltigen Verstande betrachtet werden. Ich bin keinesweges Willens, in eine solche Weitläuftigkeit mich einzulassen: doch will ich hier eine Erfahrung beybringen, in welcher verschiedene Beyspiele davon zusammen kommen.

In dem sehr strengen Winter 1740, der in unserm Clima dem Winter 1709 fast gleich, in Rußland aber noch härter, als dieser Winter, gewesen ist, hat man in Petersburg einen Palast von Eisse gebauet, der $52\frac{1}{2}$ Fuß lang $16\frac{1}{2}$ breit, und 20 hoch gewesen ist, ohne daß durch die Last der obern Theile und des Daches, welches auch von Eisse gewesen ist, das Unterste des Gebäudes im geringsten ist beschädiget worden. Die Materialien dazu hatte man aus der ganz nahen Neva genommen, worinne das Eiß zween bis drey Fuß dick war (*). Die Eiß-Blöcke, welche man aus diesem Flusse brachte, wurden erst mit Fleiße zugehauen, und zierlich ausgearbeitet, hernach gesetzet, wobey man alle Regeln der zierlichsten Baukunst beobachtete. Dieses kann man aus der Beschreibung sehen, welche Herr Kraft, Prof. der Physik damals bey der Kaiserlichen Akademie in Petersburg und jetzo in Tübingen, davon (†) herausgegeben hat. Aber eines dürfen wir nicht mit Stillschweigen übergehen: es stunden vor dem Gebäude sechs Canonen von Eisse, die auf der

 Drehbank

(*) Dieses habe ich vom Herrn Sanchez, damaligen ersten Leibarzte der Kaiserin Anna.

(†) Die aus dem Deutschen ins Französische von Herr P. L. Le Roy von der Petersburger Akademie übersetzet, und in Petersburg 1741 mit vielen Kupfern gedrucket worden ist.

Drehbank gemachet waren, mit ihren Laffeten und Rädern, ebenfalls von Eisse, und zween Mörser zu Bomben, die nach eben den Proportionen, wie die gegossenen, gearbeitet waren. **Die Canonen waren von der Gattung derer, die 3 Pfund Pulver zur Ladung erfodern**, wozu also wenigstens sechspfündige Kugeln gehören; aber man lud sie nur mit einem Viertel Pfund Pulver, **welches man in die Seelen dieser Stücke schüttete, hernach lud man eine Kugel von Werke, und zuweilen auch von Eisen hinein. Es ward eines Tages in Gegenwart des ganzen Hofes die Probe mit einem dieser Stücke gemachet, und nachdem es so, wie wir gesaget haben, war geladen worden, so durchborte die Kugel ein zween Zoll dickes Bret in einer Weite von 60 Schritten.** Es wäre zu unserm Vorhaben, und um eine Art von Vergleichung anzustellen, zu wünschen gewesen, daß man diese Canonen nach und nach immer stärker gemachet hätte, bis sie die völlige Ladung von 3 Pfunden hätten aushalten können. Indessen zeiget uns die Gewalt eines Viertel Pfundes Pulver wider Eiß, das, nach den gewöhnlichen Proportionen, nicht viel über 3 bis 4 Zoll dick gewesen seyn kann, und das doch davon nicht zersprungen ist, schon eine sehr große Stärke des Eisses in diesem Betrachte an.

Ein bekannter nordischer Geschichtschreiber (*) redet von Mauern und andern Bollwerken, die man sich zur Vertheidigung wider die Belagerer im Winter von Eisse machen könnte, als von einer bey den mitternächtlichen Völkern gebräuchlichen Sache. Obgleich dieser Schriftsteller um die Gewißheit dessen, was er erzählet, eben nicht allemal sehr bekümmert gewesen ist: so ist doch hierinne nichts, das nicht wohl möglich wäre; das Petersburgische Schloß von Eisse ist ein Beweis davon. Wenn man Kästen mit Eisse und Wasser

(*) *Olaus Magnus* Hist. de gentibus septentrion. L. II. c. 25. p. 381 edit. Rom. 1555 de moeniis glacialibus.

Wasser füllete, welches sich bald mit einander verbinden würde; so könnte man daraus in diesen Ländern, wo das Eiß so hart ist, als ein Stein, und so dick wird, als man will, im Falle der Noth eine Art einer sehr geschwinden und sehr starken Befestigung machen.

## Viertes Hauptstück.

### Von der Stärke des Eisses, eine Last zu tragen, wenn es selbst von dem Wasser getragen wird.

Es ist klar, daß ein Bret von Holze, welches leichter als Wasser ist, und welches in der Luft, wenn es nur von zwo oder etlichen Stützen an seinen beyden Enden getragen würde, unter einer gewissen Last sich biegen oder brechen müßte, nicht mehr unter dieser Last sich biegen noch brechen wird, wenn es auf dem Wasser liegt. Sein Theil ausser dem Wasser kann sich nicht anders untertauchen, als indem er eine Menge Wasser von gleicher Größe aus ihrer Stelle jaget, und diese Menge Wasser ist eben so schwer, als das Gewicht, welches dieses Bret auf dem Wasser mehr tragen kann, als in der Luft, ohne sich einzutauchen, oder ohne zu zerbrechen, wenn alle übrige Umstände einerley sind. Eben so ist es auch mit dem Eisse, das auf dem Wasser treibt.

In diesem Verstande, ohne Zweifel, haben einige Schriftsteller die Stärke des Eisses in Beziehung auf seine Festigkeit in denen Ländern, wo sie geschrieben haben, bestimmet. Sie haben, zum Exempel, von dem Eisse in Schweden und in Dännemark gesaget, „daß das Eiß, wenn es zween „Finger dicke wäre, einen Mann trüge, und ihm darauf „zu gehen verstattete, wenn es 3 Finger dick wäre, einen ge„waffneten Reuter, wenn es anderthalbe flache Hand, das „ist, 4 bis 5 Zoll dick wäre, eine Heerde, und wenn es drey „bis vier flache Hände stark wäre, eine Armee. (*)

Als

(*) *Ol. Magnus*, ubi supra l. 1. cap. 27. welchem Georg Albert Hamberger Historia Frigoris, Phœn. 78. beypflichtet.

Als in dem harten Froste 1683 die Königl. Gesellschaft die Dicke des Eisses in der Themse messen ließ, zu einer Zeit, da man mit Wagen darüber fuhr, so ward es nur 11 Zolle dick befunden. (*)

Aber alle diese Regeln und Exempel sind zweydeutig, und es würde oft sehr gefährlich seyn, sich nach ihnen zu richten, wenn man nicht eine gewisse Untersuchung mit ihnen anstellen wollte.

Wenn ein Stück Eiß, das nicht sehr groß ist, an seinen Enden eine feste Unterstützung hat, wenn es zum Exempel an den Ufern eines Flusses anliegt: so muß es desto größre Lasten tragen, weil es fast allezeit auf diesen Stützen, wie ein Gewölbe auf den Widerlagen ruhet, indem es vermöge seiner beständigen Bestrebung sich auszubreiten in der Mitte aufschwillt und erhaben wird. Aber das läßt sich nicht von einer sehr großen Eißscholle sagen, die zum Exempel auf dem Meere treibt, oder die durch die Gewalt und das wiederholete Stossen des Wassers unter ihr kann zerbrochen worden seyn, oder Risse bekommen haben, nachdem diese Gewalt oder diese Stösse ihr durch die Wellen umher oder durch die Bewegungen der Ebbe und Flut sind zugefüget worden. Diese einzelnen Eißschollen, die vom ganzen Eisse abgetrennet, oder mit einander selbst wegen der Risse, die ihre Stetigkeit unterbrechen, nicht wohl verbunden sind, können alsdenn die auf ihnen liegende Last durch nichts anders erhalten, als durch den Ueberschuß ihrer Leichte oder ihrer Größe über die Leichte oder Größe des Wassers, welches sie trägt; sie mögen übrigens noch so dick seyn, und, wenn sie zerbrochen werden sollen, noch so sehr widerstehen.

Ich glaube, daß überhaupt Eiß, welches einen Fuß dicke, von weitem Umfange, und ohne Risse wäre, eine Armee tragen könnte; wie man aus dem Beyspiele der Themse urtheilen kann: da hingegen eine treibende Eißscholle von gleicher Dicke und von 2520 Quadrat-Fuß im Umfange nicht



(*) Hist. de l'Acad. des Sc. 1709. p. 10.

100 Mann tragen würde, auf jeden 160 Pfund, und also auf alle zusammen 16000 Pfund gerechnet; ob sie gleich auf die vortheilhafteste Art auf derselben gestellet wären, und jeder mehr als 25 Quadrat-Fuß Platz hätte. Die Eißscholle würde unter ihnen unfehlbar versinken, wenn man setzete, daß ihre Größe gegen die Größe des Wassers sich verhielte, wie 12 gegen 11. (*)

Auf diesen Umstand, sage ich, ob das Eiß in einem fortgehe, oder unterbrochen sey, muß man vornämlich acht geben. An der Dicke wird es in denen Ländern, und bey denen Umständen, da man solche gefährliche Züge unternimmt, wohl niemals fehlen. Es ist wenigstens allemal etwas gar leichtes, sich von der Dicke zu versichern. Als der König in Schweden, Carl Gustav, mit seiner ganzen Armee und Artillerie (**) aus Fünen nach Seeland über den zugefrornen großen Belt gieng, welcher diese beyden Inseln von einander scheidet, und 5 bis 6 Meilen breit seyn mag: so hatte man das Eiß sorgfältig gemessen, und seine Dicke übrig stark befunden, eine solche Last zu tragen ohne zu brechen, und es trug sie auch in der That auf der rechten Hand; aber es ist wahrscheinlich, daß dieses Eiß auf der linken Hand schon ist gebrochen oder gerissen gewesen, und daß die Stücke davon nicht die nöthige Größe gehabt haben, um durch ihren über das Wasser hervorragenden Theil so viel Wasser aus seiner Stelle zu jagen, als der Last hätte das Gleichgewicht halten, oder sie gar überwiegen können. Und daselbst giengen auch wirklich ein hundert Reuter von seiner Armee verloren.

Fünftes

(*) Denn in diesem Falle würde nur ein Zoll hoch Eiß über das Wasser hervorragen. Nun wird man aber finden, daß ein Zoll Dicke auf 2520 Quadrat-Fuß nur 210 Cubic-Fuß giebt. Ein Cubic-Fuß Meerwasser wiegt ordentlich 72 Pfund, welche, mit 210 multiplicieret, in allen nur 15120 Pfund machen; und dieses Gewicht ist um 880 Pfund kleiner, als das Gewicht von 100 Mann.

(**) Im Jahre 1658. *Sam. Lib. Bar. de Pufendorf* de Rebus a Carolo Gustavo Sueciae Rege gestis, l. 5.

# Fünftes Hauptstück.

## Von der Kälte des Eisses.

Bey der Vorstellung, die das Wort Eiß in dem Gemüthe erwecket, als des allerkältesten in der ganzen Natur, sollte man schwerlich glauben, daß es ungefrorenes Wasser geben könnte, welches 4 bis 5, ja 7 bis 8 Grad, und vermuthlich noch mehr Grad kälter wäre, als das Eiß, das daraus werden wird. Dieses hat man gleichwohl in dem vorhergehenden Abschnitte gesehen.

Das Eiß scheinet also zu seiner Erzeugung einen gewissen Grad von Kälte zu erfodern, der ihm eigen ist, und den das Wasser in dem Augenblicke der Unruhe erlanget, die wir darinne bemerket, als wir den Anfang des Eisses beschrieben haben; und es scheint dieser Grad dergestalt nöthig zu seyn, daß das Wasser, wenn es alsdenn kälter ist, in dem Augenblicke seiner Verwandelung in Eiß von seiner Kälte etwas verlieren muß. Mit einem Worte, das Eiß, welches anfängt zu zergehen, und das Wasser, welches anfängt zu gefrieren, haben einerley Grad von Kälte. Dieses ist von verschiedenen heutigen Naturforschern, und in verschiedenen Ländern, vollkommen bestätiget worden. Der Punct des gefrierenden Wassers wird als ein unveränderlicher Punct und als ein gewisser Anfang der Vergleichung angenommen, und auf den meisten Thermometern, die in diesem Jahrhunderte sind verfertiget worden, sorgsältig bezeichnet.

Gleichwohl ist nicht zu zweifeln, daß das Eiß, so wie andere feste Körper, in einem kälteren Raume, oder durch die Berührung anderer kälterer Körper bey nahe eben den Grad von Kälte erlanget, welchen diese haben. Denn ausser dem, was wir von dem Eisse in Grönland und in Spitzbergen erzählet haben, und welches eine sehr große Kälte vorauszusetzen scheint, so ist kein Zweifel, daß Eiß, welches mit einem Gemenge von Salze und Eisse umleget wird, dadurch einen weit größern Grad von Kälte bekömmt, als es

anfangs

anfangs hatte. Ich behaupte nicht, daß alle Körper den Grad der Kälte oder Wärme des umgebenden Raumes oder der anliegenden Körper gleich gut, oder in gleicher Zeit annehmen. Es ist hierbey ohne Zweifel ein mannichfaltiger Unterschied, sonderlich in den flüßigen Körpern, und in beyden nach der verschiedenen Beschaffenheit ihrer Dichte, der Zusammensetzung ihrer Theile, und der Art und Weise, wie die ätherische Materie sich in ihnen beweget. Das Eiß könnte also wohl in diesem Betrachte mehr oder weniger fähig seyn, die Kälte der umliegenden Körper anzunehmen: aber ich sage, daß das Eiß, als ein fester Körper, dessen Theile den Sinnen nach unter einander in Ruhe sind, die Wärme oder Kälte jener Körper gar bald nach Proportion seiner Masse annimmt, und daß überhaupt aller Unterschied mit der Zeit und bey einer immer fortwährenden Berührung verschwindet.

Was die Bestimmung und das genaue Maaß der Kälte des Eisses in seinen verschiedenen Zuständen betrift, so darf man sich darauf keine Hoffnung machen, so lange man kein Thermometer erfunden hat, wodurch man die Wärme oder Kälte fester Körper genau messen kann, ohne sie zu schmelzen, oder zu Staube zu reiben. Denn es ist schwer, sonderlich in unsern Climaen, das Eiß zu zerbrechen und zu Staube zu machen, ohne daß es zu schmelzen anfange. Ich habe etliche mal an die Fläche des Eisses ein Thermometer angeleget, welches eine Kugel mit einem platten Boden, oder mit einer platten Seite hatte: und alles, was ich daraus sicher habe abnehmen können, ist, daß die Kälte des Eisses ziemlich gleichförmig zunimmt, so lange der Frost in einerley Umständen währet, und bis zum Anfange des Thauwetters. Aber ich kann mich noch nicht recht auf dieses Anlegen verlassen, das nur unvollkommen ist, und in verschiedenen Fällen nicht auf eine gleiche Art geschehen kann.

Die Kälte des Eisses und der Frost dringen nicht so tief in die Erde, als man sichs einbilden möchte. In Frankreich, in Deutschland, und in den meisten Ländern in der Mitte von

Europa

Europa dringt in den härtesten Frösten das Eiß nicht viel tiefer als 2 Fuß. In Moscau und in den nordlichen Ländern disseit des Polarzirkels erstrecket es sich auf 6 und bis auf 10 Fuß (*), nach der Beschaffenheit des Erdbodens. Ueber dem Polarzirkel, weis ich nicht, daß man die Tiefe des Eisses bestimmet hätte. Allein der Luft und der Atmosphäre wird die Kälte des Eisses viel geschwinder mitgetheilet, und vermuthlich auf eine viel größre Höhe. Diejenigen, die in den nordischen Meeren fahren, werden dadurch in Zeiten vor der Annäherung der großen Eißschollen gewarnet, die man darinne selbst des Sommers antrift. Die Luft ändert sich in einem Augenblicke, und wird äusserst kalt, so warm sie auch zuvor war (**). Diese Warnung ist ihnen nicht wenig dienlich.

# Sechstes Hauptstück.

## Von dem Geschmacke des Eisses.

Ich finde weder durch meinen Geschmack noch durch irgends einen gewissen Versuch, daß das Wasser durch das Gefrieren etwas einbüssete, oder etwas gewönne; ich will sagen, das Wasser scheint mir, nachdem es gefroren ist, noch eben so zu schmecken, als ehe es gefror. Gleichwohl giebt es Naturlehrer (†), die geglaubet haben, das Meerwasser würde durchs Gefrieren süß, und die ohne sich um die Gewißheit dieser Erscheinung vielen Kummer zu machen, nur derselben Ursache zu suchen sich bestrebet haben. Aber es ist nichts weniger als ein Irrthum in der Erfahrung. Sie haben vermuthlich nur das Aeusserste am Eisse gekostet, oder auch nur einige

(*) *Ge. Alb. Hamberger*, Hist. Frigoris, Phaen. 76.

(**) Voyage de la Baie de Hudson, Tome 2. p. 33.

(†) *Athan. Kircher*, Mund. subterr. l. 3. Sect. 3. cap. 4. tom. I. p. 166. Borrichius in seinen Wahrnehmungen die er in Dännemark gemachet hat, Acta Hafniens. Vol. 1. Observ. 64. p. 144. *Thomas Bartholinus*, de Nivis usu medico. cap. 6. p. 42.

einige dünne Stücke Eiß, die bey den Küsten entstanden waren. Denn es ist wahr, daß diese eben so schmecken, als das Eiß in den Flüssen. Und das ist kein Wunder; weil die Flüsse, die ins Meer laufen, eine große Menge süsses Wasser an die Küsten bringen, welches seiner Leichte wegen oft lange Zeit und ziemlich weit von den Küsten auf dem salzigen Wasser schwimmet, ehe es sich mit eben den Salzen sättiget. Wenn diese Schriftsteller den Theil des Eisses, der unter dem Wasser ist, oder das Unterste an den dicken Eißklumpen, die in den Meeren von Grönland und Neu-Zembla schwimmen, versuchet hätten: so würden sie befunden haben, **daß dieses Eiß so salzig ist als das Meer selbst** (*). Diesen Versuch kann man überall anstellen, wenn man gesalzetes Wasser, oder Meerwasser, das weit von den Küsten ist geschöpfet worden, durch Kunst gefrieren läßt. Es trägt sich insgemein zu, daß die Fläche oder die äussersten Theile an einem solchen Stücke Eiß nur wenig salzig oder gar süsse sind, aus eben dieser Ursache, und wegen der Absonderung des süssen Wassers von dem salzigen, die alsdenn erfolget; wie wir eben das von den geistigen Theilen des Weines, der in strenge Kälte ist gesetzet worden, oben angemerket haben. Ja man findet oft auf den ungeheuren Eißbergen, die in den nordischen Meeren treiben, gleichsam Seen von süssem Wasser, die zuweilen wechselsweise gefrieren und wieder aufthauen, nachdem die Tage warm und die Nächte kalt sind (**), und die sich die Seefahrenden nicht ermangeln zu Nutzen zu machen, um ihre Leute zu erfrischen, und ihre leeren Tonnen zu füllen.

Im Gegentheile weis ich auch, daß einige meynen, das Eiß wäre nicht so süsse, als das Wasser, woraus es geworden ist,

(*) Friedrich Martens in angezogener Stelle; und Supplement aux Voyages du Capitaine Wood & de Frédéric Martens, traduit de l'Anglois, p. 297 du Recueil, Tome 2.

(**) Voyage de la Baie de Hudson, Tome 2. p. 35.

ist, und das zwar wegen ich weis nicht, was für **kaltmachen- der** und salziger Theilchen, die, wie man sagt, in das Wasser kommen, wenn es gefriert, oder die sein Gefrieren veranlassen, und wiederum daraus weggehen, so bald es wieder flüßig wird. Das ist ein anderer Irrthum, dessen Ursache man sich leicht vorstellen kann. Denn das Beissen des Eisses oder des sehr kalten Wassers ist augenscheinlich die Wirkung der plötzlichen Zusammenziehung, die es in den Fasern der Zunge und des Gaumes verursachet. Es ist eben so damit, wie mit der Empfindung einer Hitze und eines Brennens, welche ein Stück Eiß machet, das man eine Zeitlang in der flachen Hand hält. Die Zusammenziehung und Krümmung einer gewissen Anzahl von Fasern und Nerven verursachet in den benachbarten Fasern und rings umher eine Zerrung, welche sie in Gefahr setzet, getrennet oder zerrissen zu werden, welches auch fast eben so von einem schneidenden Instrumente, oder vom Feuer geschieht. Die hieraus entstehende Empfindung ist von jener nicht viel unterschieden, und ein Blinder könnte damit betrogen werden.

Dieser Zusammenziehung der Theile, und den Wirkungen, die sie in der ganzen thierlichen Haushaltung haben muß, nicht aber einer inneren Kraft des Eisses, die von den Kräften des ordentlichen Wassers unterschieden wäre, scheinen mir die wundersamen Curen beyzumessen zu seyn, welche das Eiß unter den Händen des Capuziners von Maltha gethan hat; denn er rieb damit zuweilen den ganzen Leib seiner Kranken. Man findet die Folgen und Umstände davon in dem zweyten Bande der Vertus medicinales de l'eau commune nach der Pariser Ausgabe von 1730.

Was die geistigen fliessenden Materien von starkem Geruche, die in ihrer Zusammensetzung nicht so gleichartig, als das Wasser, sind, anlanget: so zweifele ich nicht, daß sich ihr Geschmack, ihr Geruch, selbst ihre Flüßigkeit, und ihre anderen sinnlichen Beschaffenheiten durch das Gefrieren sehr ändern können, indem solches die ungleichartigen Theile,

die

die zuvor vereiniget oder getrennet waren, von einander trennet oder zusammen bringt, und also ihre ganze Mischung verändert. Herr Geoffroy hat wahrgenommen, daß Pomeranzen-Blüht-Wasser, wenn es brandig riecht, diesen Geruch durchs Gefrieren verliert, und einen sehr angenehmen bekömmt. (*)

## Siebentes Hauptstück.

### Von der Durchsichtigkeit und der Farbe des Eisses.

Das Eiß ist ordentlich weniger durchsichtig und weißlichter als das Wasser, daraus es geworden ist. Dieses beydes kömmt vermuthlich von einem Grunde her, nämlich von der Verrückung der Theile, wovon oben ist geredet worden, und von den Luftblasen, die in dem Eisse eingeschlossen sind. Wenn man gewisse Stücke Eiß durch ein Vergrößerungsglas betrachtet, so sieht man darinne, ausser den kleinen Luftblasen, unzählich viel Risse und Sprünge, welche das Licht, nach der Lage, so sie haben, verschiedentlich zurück werfen. Die Weisse des Schnees entstehet eben durch dieses Zurückprallen des Lichtes, welches durch eine erstaunliche Menge Flächen und kleiner Schiefer von gefrorenem Wasser, die verschiedene Neigungen haben, verursachet wird. Man machet auch künstlichen Schnee, vermittelst Wassers, wenn man es in einer gläsernen Röhre, oder länglichten Flasche eine lange Weile schüttelt und zu einem Schaume schlägt, und alsdenn gleich in den Frost setzet.

Aus eben der Ursache wird das gestossene Glas zu einem weissen Pulver, das den bloßen Augen nicht mehr durchsichtig erscheint, obgleich unter dem Vergrößerungsglase oder in dem Wasser jedes Theilchen vom Eisse oder vom Glase nicht anders aussieht, als ordentliches Eiß oder Glas. Fast eben so ist es auch mit dem schwarzen Marmor, wenn er zu



(*) Hist. de l'Acad. 1713. p. 39.

Pulver gemacht worden ist, und mit den meisten andern Körpern. Denn nach den Gedanken des Isaac Voßius (*) und wie es von Newtonen noch genauer ist erwiesen worden, (†) sind die kleinen Theile aller Körper von Natur durchsichtig, und ihre Undurchsichtigkeit kömmt nur von der Mannichfaltigkeit der Zurückprallung des Lichtes von ihren Theilen her. Deswegen ist auch das Eiß von solchem Wasser, welches man von Luft gereiniget, und zwey bis dreymal wechselsweise hat sieden und gefrieren lassen, viel durchsichtiger und von einer höheren Farbe.

Aus einer ähnlichen Ursache ist das Aeusserste des Eisses fast allezeit undurchsichtiger, weißlichter und von einem mätteren Glanze, als das Inwendige. Denn ausserdem daß währendes Gefrierens die Luftblasen, die aus dem Wasser nach der Oberfläche steigen, auf ihr tausend kleine Höker hervorbringen; so üben auch die unmerklichen Theile des Eisses ihre beständige Kraft, mit einander Winkel von 60 Grad zu machen, wie oben (*) ist angemerket worden, auf dieser Oberfläche, so bald sie gefriert, viel leichter aus, als in dem Inwendigen. Sie richten sich auf, oder verfliegen gar, wodurch denn lauter kleine Löcher und lauter neue verschiedentlich gelegte Flächen entstehen, von denen das Licht auf verschiedene Art zurückprallet. Also wenn man sich von der Durchsichtigkeit des Eisses überzeugen will, muß man seiner Fläche und seinen Anbrüchen diese Rinde nehmen, und sie ein wenig in Wasser, das nicht so kalt ist, aufthauen, oder verziehen, bis sie selbst in einer wärmeren Luft geschmolzen ist. Man sieht zugleich hieraus, warum die zum Theil geschmolzenen Eißschollen, die in einem Eimer, darinne man das Getränke auffrischet, schwimmen, so einen schönen Glanz haben, und so durchsichtig sind, ob sie gleich ganz unscheinbar und weißlicht aussahen, als man sie hinein legete. Man wird

(*) De natura & propr. Lucis. cap. 23.

(†) Optic. l. 2. part. 3. prop. 2.

(*) Im achten Hauptstücke des ersten Abschnittes.

wird sich auch leicht von dem, was ich gesaget habe, überführen können, wenn man die Oberfläche eines nur erst gewordenen Eisses mit der Oberfläche eines andern, das schon etliche Stunden oder etliche Tage gelegen hat, oder auch nur die Oberfläche dieses letzteren, mit dem Anbruche eines von ihm abgeschlagenen Stückes vergleicheu will. Je älter das Eiß ist, desto mehr Zeit hat es gehabt, von denjenigen Theilchen, die sich an ihm in die Höhe richten und seine Durchsichtigkeit vermindern, rauh zu werden.

Das Eiß in Grönland und in den meisten nordischen Meeren ist von unserem sowohl in der Farbe, als in der Durchsichtigkeit sehr unterschieden. Es ist (*) **schön blau, und zielet ein wenig auf Grün, wie die Farbe des Cyprischen Vitriols und ist nur etwas durchsichtiger als der Vitriol, aber nicht so klar als das Eiß in unserem Clima, durch welches man fast durchsehen kann.** Nicht anders malet uns Virgil, entweder aus seiner Einbildungskraft oder nach dem Hörensagen, das Eiß des Norden und der Länder bey den Polen:

Coerulea glacie concretae atque imbribus atris. (†)

Dieser Unterschied zwischen unserem und dem Grönländischen Eisse ist vielleicht nur ein scheinbarer, und könnte wohl zum Theile von der Dicke und Verdichterung der Luft des Climaes herrühren. Denn weil die Luft von Natur blaue ist, wie sich aus der Farbe des Himmels und aus der Farbe, welche sehr weit entfernete Sachen annehmen, urtheilen läßt: so ist klar, daß die natürliche Farbe der Luft immer desto empfindlicher werden müsse, je mehr man Theile der Luft in einem gleichen Raume beysammen sieht. Es muß aber eine Atmosphäre von einer höheren blauen Farbe, welche sich auf dem Eisse dieser Meere spiegelt, oder durch welche höher blaue Stralen des Lichtes auf dieses Eiß auffallen, demselben desto



(*) Friedrich **Martens** am angeführten Orte.
(†) Georg. l. 1.

sto mehr von dieser Farbe mittheilen. Doch zweifele ich, daß dieser Grund zureiche, das Blaue und Grünlichte des Vitriols davon unser Reisender redet, zu erklären. Wenn das was er davon saget seine Richtigkeit hat, wie man denn Ursache hat es zu glauben, so muß man, meines Erachtens, zu einer näheren und stärkeren Ursache die Zuflucht nehmen, zum Exempel zu der Beschaffenheit des Grundes dieser Meere, und der Materien, die sich davon absondern, und mit dem Wasser vermischen, oder endlich zu der eigenen Farbe dieses Wassers selbst. Hierüber haben wir nichts zuverläßiges, darauf wir unsre Muthmaßungen, weiter bauen könnten. Doch alles dieses beyseite gesetzet, ist das Eiß von gesalzeten fliessenden Materien an sich selbst höher von Farbe und undurchsichtiger, als das Eiß von lauterem Wasser. Nun haben wir aber im vorhergehenden Hauptstücke gesehen, daß das Eiß dieser Meere salzig sey, wie das Meerwasser selbst.

Das Eiß in den nordischen Meeren hat auch noch dieses besondere, daß bey Regenwetter (*) das Blaue des obersten Theiles, der an der Luft liegt, blässer wird, und daß dieses Eiß grün aussieht, wenn es unter dem Wasser angesehen wird.

Weil das süsse Wasser nicht so blaulicht, auch nicht so schwer ist, als das salzige Wasser des Meeres: so muß oftmals, sonderlich nahe bey den Küsten, wo die Flüsse einfallen, der obere Theil des Eisses weniger gefärbt seyn als der untere. Das Obere des Eisses kann auch nicht an der Farbe des Unteren so viel Theil nehmen, wenn das Wetter trübe ist, und wenn das wenige Licht, das in dem Wasser und der Luft zerstreuet ist, ihrer Brechung weniger zu statten kömmt.

Aber woher kömmt die grünliche Farbe des Theiles, der unter dem Waßer ist? Sie kann von vielen Umständen herrühren. Das Meerwasser wirft manchmal Stralen von einer Farbe zurück, und bricht oder verschlingt andere von

andern

(*) Friedrich Martens ubi supra

andern Farben, wie auch die Tinctur des Gries-Holzes, und viele andere fliessende Materien thun. Diese Eigenschafft, gewisse Stralen zurückzuwerfen, und andere durchzulassen kömmt den fliessenden Körpern nicht allein, sondern auch einigen festen Körpern zu. Selbst das Gold, das dichteste und schwereste unter allen Metallen, welches keine andere als die gelben Lichtstralen zurückwirft, läßt blaue und grüne durch seine Oeffnungen hindurch, welches man erfähret, wenn man ein Stückchen Gold zu sehr dünnen Blättchen schlägt, und eines zwischen das Auge und das Licht hält (*). Eben so wirft das Meerwasser ordentlich von seiner Fläche nur die blaue Farbe zurück, und bricht die grüne Farbe, und wirft solche oft nach seinen inneren Theilen zurück. Wir haben darüber einen merkwürdigen Versuch, den man in Newtons Optik erzählet findet (†). Als sich Herr Halley, saget er, bey sehr hellem und schönem Wetter auf den Grund des Meeres in einer Glocke hinabgelassen hatte, so nahm er wahr, daß die Sonnenstralen, die durch ein kleines Glasfenster in die Glocke hineinschienen, nachdem sie schon viele Klaftern tief durch das Wasser, das er über seinem Haupte hatte, gefahren waren, dem Rücken seiner Hand, auf den sie fielen, eine rosenrothe Farbe gaben, da indessen die flache Hand von dem Lichte, welches das Wasser unter ihm zurückwarf, grün aussah.

Mehr braucht es vielleicht nicht zu erklären, warum das Unterste an dem Eisse der nordlichen Meere, durch das Wasser angesehen, grün aussieht. Allein die Schriftsteller, von denen wir diese Erfahrung (*) haben, setzen noch den Umstand hinzu, daß das Eiß bey Regenwetter so aussieht, ingleichen, daß zu manchen Zeiten das Wasser dieser Meere denen,



(*) Newton, Optic. L. I. part. 2. prop. 10.

(†) Ibidem.

(*) Eben dieselben, die ich oben angezogen habe. Recueil des Voyages au Nord.

die sich hinein lassen, gelb erscheint. Da nun das Eiß blau ist, so muß es denen, die es durch ein gelbes Wasser sehen, grün vorkommen. Denn es ist bekannt, daß gelb und blau, mit einander vermischet, grün hervorbringen.

Doch diese Mannichfaltigkeit der Farben des Eisses im Norden ist nichts in Vergleichung mit der, die man wahrnimmt, wenn man nahe zu den Küsten von Grönland und von Neu-Zembla kömmt, und die Augen auf die umliegenden Berge wirft, die mit Schnee und Eisse bedecket sind. Der Frost und das Thauen, welchen diese Berge in der Jahreszeit, in welcher man in diese Länder reiset, das ist, im Sommer, wechselsweise ausgesetzet sind, das Schmelzen des Eisses, und der Regen haben in ihnen Klüfte gegraben, die so aussehen, als ob diese Berge vom Gipfel bis auf den Fuß mit schwarzen Streifen besetzet wären; zur Seite liegen oft große Striche Schnee, der noch nicht geschmolzen ist, und dessen Weisse von dieser Schwärze sehr gehoben wird; gleich dabey ist dünnes und klares Eiß, welches nur eben das Grüne der Sträuche, die es bedecket, durch sich hindurch scheinen läßt; in einer Lücke ist Eiß, das blau erscheint, weil es dicker ist; ein wenig weiter liegt welches, wie ein Staub, auf den Blättern des Gebüsches, von welchem die Lichstralen mit allen Farben des Regenbogens gebrochen und zurück geworfen werden: manchmal giebt es Stücke, die so glatt wie Spiegel dem Auge eben so viele Bilder einer schwachen Sonne, die sich nicht vom Horizonte entfernet, zuwerfen, und damit die allersinnlichste Erklärung, die man von unsern Nebensonnen machen kann, darstellen. (*)

## Achtes Hauptstück.

## Von der Stralenbrechung im Eisse.

Es ist schwer, die wahre Stralenbrechung in dem ordentlichen Eisse zu finden, weil die großen Luftblasen, die sich

(*) Dieser Anblick ist es, den man in dem Kupfer vor dem Titelblatte dieses Buches hat vorstellen wollen.

sich in großer Menge darinne befinden, nicht wohl durchzusehen verstatten: doch hat man wahrgenommen, (*) daß im Eisse, welches nicht viel solche große Luftblasen hat, und zu diesem Versuche durchsichtig genug ist, die Stralenbrechung nicht so stark sey, als in dem Wasser, daraus es entstanden ist; das heißt, daß, wenn ein Lichtstral, der aus der Luft sehr schief auf das Wasser fällt, sich von dessen Oberfläche nach dem Perpendikel zu um einen Winkel von 41 Grad 25 Minuten wendet, welcher das Maaß der ordentlichen Stralenbrechung im Wasser ist, ein Lichtstral, welcher gleicher Weise auf Eiß fällt, sich nicht so viel wende, sondern sich dem Perpendikel nur unter einem Winkel, zum Exempel, von 39 oder 40 Grad nähere.

Diese Erscheinung ist der allgemeinen Theorie der Stralenbrechung völlig gemäß. Denn aus einer großen Anzahl sehr richtiger Versuche erhellet, daß fast in allen Körpern die Stralenbrechung ihrer Schwere proportionirt sey; und von dem Wasser ist dieses so gewiß, daß auch in einerley Wasser nicht immer die Stralenbrechung gleich stark ist. Ist es warm, so ist sie schwächer, weil es alsdenn nach Proportion seiner Größe nicht so schwer ist. Vermöge dessen nun, was wir von der Leichte des Eisses, oder von seiner Größe, in Beziehung auf das Wasser, daraus es geworden ist, erwiesen haben, ist es gewiß, daß die Stralenbrechung im Eisse schwächer seyn muß, als im Wasser.

Die Größe der Stralenbrechung im Eisse, in einem anderen Verstande genommen, nämlich, in so fern es mehr oder weniger gebrochene Stralen durchläßt, ist seiner Durchsichtigkeit proportioniert. Also, wenn man dem Eisse eine, zum Exempel, sphärische Figur, vermittelst eines hohlen Gefässes, darinne man das Wasser hat gefrieren lassen, gegeben, und seine Oberfläche durch ein wenig laulicht Wasser, das man darauf gießt, polieret hat: so bringt es die Sonnenstralen in fast eben so großer Menge zusammen, und brennet fast eben



(*) *De la Hire* Mém. de l' Acad. 1693. Tom. X. p 252.

so stark, als das beste Brennglas. Ich habe diesen Versuch mit Eisse gemachet, welches aus solchem Wasser geworden war, das ich zwey bis dreymal wechselsweise hatte sieden und gefrieren lassen, um die Luft besser daraus wegzubringen; und als ich diesem Eisse auf beyden Seiten eine erhabene Figur gegeben hatte, die 4 Zoll breit, und ein Stück einer Kugel von $3\frac{1}{2}$ Zoll im halben Diameter war, so habe ich damit in der Sonne im Jenner Schießpulver angezündet.

Dieser Versuch, der heutiges Tages gar bekannt ist, wird wegen der ganz entgegengesetzten Naturen des Eisses und des Feuers niemanden wunderbar vorkommen, als nur denen, die nicht erwägen, daß die Kraft der Sonnenstralen, verbrennliche Körper zu entzünden, keinesweges durch die Beschaffenheit der Materien, durch welche sie gehen, in so weit solche nämlich mehr oder weniger warm oder kalt ist, sondern allein durch ihre äussere Forme verstärket oder geschwächet wird, in so weit diese Forme mehr oder weniger geschickt ist, die Stralen ins Enge zu bringen. So werden die Pflanzen zuweilen selbst durch Wasser versenget, und es zeigen eben diese Versengung die schwarzen Puncte auf ihren Blättern an, welche entstehen, wenn nach einem Reife oder nach einem dicken Nebel die Sonne schief in diese sphärischen Tropfen scheint, die auf ihnen liegen bleiben. Denn diese Tropfen sind lauter kleine Brenngläser, die ihren Brennpunct so nahe (*) hinter sich haben, daß es nicht fehlen kann, daß er nicht an vielen Orten auf die Pflanze selbst scharf genug fallen sollte, um sie zu versengen.

## Neuntes Hauptstück.

## Von den Figuren des Eisses, und von der Palingenesie.

Das Wasser, wenn es gefriert, nimmt ordentlich die Figur des Gefässes an, darinnen es enthalten ist: aber in

(*) Ungefähr $\frac{1}{4}$ ihres Diameters.

in den Flüssen und im Meere finden sich manchmal Eißschollen von sehr sonderbaren Figuren, und die gewissen Werken der Kunst sehr nahe kommen. Es wäre, glaube ich, eine unnütze Mühe, die Ursache davon zu suchen: sie beruhet fast allezeit auf einer Verknüpfung unbekannter Umstände, und die es unmöglich ist genau zu bestimmen, ob man sie gleich überhaupt errathen kann. Der geschickte und aufmerksame Schiffer, den ich in diesem Werke schon vielmal angeführet habe (*), saget, er hätte von dieser Art im Eißmeere ein kleines Meisterstück der Baukunst gesehen: „es war ein Stück Eiß, welches einer Kirche ähnlich war ⸗ ⸗ ⸗ „es waren daran Pfeiler, gewölbte Fenster, und regelmäßi„ge Thüren; aber die Thüren und die Fenster schienen wie „mit Leuchtern von Eiß erfüllet, und das Inwendige sah „sehr schön blau aus. Dieses Stück Eiß war größer als „ein Schiff, und etwas höher als der Spiegel„. Er fand auch bey Spitzbergen „Eiß, das voller Puckel war, und voll„kommen wie Zuckerkand aussah„, und andere dergleichen Figuren mehr, wovon, meines Erachtens, die vornehmste Ursache in den Faden des süssen Wassers liegt, die noch nicht recht mit dem Meerwasser vermischet sind, die am ersten gefrieren, und am letzten aufthauen.

Ueber diese Arten von Figuren giebt es noch andere, die auf der Fläche des Eisses nur leicht eingegraben, oder so wie die ersten Züge einer Zeichnung erscheinen. Hiervon habe ich in dem ersten Abschnitte ausführlich gehandelt, und ihre Erzeugung erkläret. Ich komme hier wieder darauf, um mit ein paar Worten des Irrthums zu gedenken, zu dem sich einige durch diese Figuren haben verleiten lassen, weil sie nicht auf die Ursache, von der sie kommen können, haben acht gegeben.

Einige Chymisten haben gemeynet, wenn man die Asche einer Pflanze oder eines Thieres nach gewissen Regeln und mit gewisser Vorsichtigkeit ein wenig warm machete, so müßte sie auflaufen, und sich in einem Rauche empor heben, welcher,

(*) Friedrich Martens, ubi supra.

welcher, der Figur und selbst der Farbe nach, der Pflanze oder dem Thiere ganz ähnlich wäre. Dieser Art einer Auferstehung oder einer Wiedergeburt gab man zuerst den Namen der **Palingenesie:** hernach bildete man sich ein, wenn man eine Lauge von der Asche einer Pflanze gefrieren ließe, so könnte man auf dem Eisse die Figur, das Bild, oder, wie diese Schriftsteller reden, die **Idee** derselben Pflanze treulich abgezeichnet finden; eine andere Palingenesie, die nicht weniger Aufsehen gemachet hat, als die erste.

Der berühmte **Boyle** erzählet, er hätte in Wasser ein wenig Grünspan aufgelöset, welcher viel salzige Theilchen von den Trestern der Wintrauben, die zur Zerfressung des Kupfers gebrauchet werden, in sich hat, und nachdem er dieses Wasser durch Hülfe von Schnee und Salze hätte gefrieren lassen, so hätte er mit Erstaunen kleine Figuren von Weinstöcken auf der Fläche des Eisses gesehen.

Der Ritter **Digby** saget, als er eine gleiche Probe mit Lauge aus Asche von Nesseln, nach der Vorschrift des Pater Kirchers (*) gemacht hätte, so wären auch auf dem Eisse viele Figuren von Nesseln zu sehen gewesen. Ich übergehe hundert andere Historien von dieser Art, die man ausführlich bey einem noch neueren Schriftsteller (**) lesen kann, der sichs sehr hat angelegen seyn lassen, die Palingenesie zu vertheidigen, und von dem ich diese beyden Zeugnisse geborget habe, als die glaubwürdigsten unter allen, die er, sie zu behaupten, beybringt.

Die Namen eines **Boyle** und eines **Digby** verbinden mich, zwo oder drey Betrachtungen über diese Sache hier bey zu fügen; denn übrigens dächte ich nicht, daß es zu kühn gemuthmaßet wäre, wenn ich sagete, daß die erste Entstehung

(*) Was dieser Schriftsteller davon gehalten hat, findet man in seinem Mundus subterraneus, Lib. 12. Sect. 4. cap. 5.

(**) Curiosités de la Nature & de l' Art sur la Végétation, l'agriculture &c. nouv. édit. Paris, 1711. par M. *de Vallemont.*

hung des Eisses, wie ich solche, ohne an eine Palingenesie zu denken, erkläret habe, die einzige Quelle alles Wunderbaren, das man davon erzählet, gewesen wäre. Ich bemerke also:

1. Daß die Figuren auf der Fläche des Eisses viel häufiger und viel sichtbarer sind, wenn das Wasser nicht rein gewesen ist, und vornehmlich, wenn man darinne ein Salz aufgelöset hat, dergleichen in der Asche von Pflanzen enthalten ist. Fast alle Laugen, der Urin, selbst kothiges Wasser, und überhaupt alles, was mit dem Wasser vermischt sein Gefrieren aufhält, bringt ordentlich sonderbare und wunderliche Figuren hervor. In einigen meiner Versuche, bey welchen an kein Salz der Pflanzen zu denken war, hat mich ein ungefährer Zufall Figuren sehen lassen, worüber die Verfechter der Palingenesie würden in Entzückung gerathen seyn.

2. Die in der Chymie so bekannten metallischen Vegetationen bringen manchmal geschnitzte Figuren hervor, die in ihrer Art so vollkommen sind, als man sie niemals auf dem Eisse wird gesehen haben. Was man den Baum der **Diane**, oder den **philosophischen Baum** nennet, ist bekannter maassen ein amalgamiertes Silber, das in einer Flasche wie ein Bäumchen mit seinen Blättern und Früchten in die Höhe schießt. Etwas ähnliches machet man mit Eisen, und mit verschiedenen anderen Materien, auf welche die Chymisten oft nur von ungefähr gefallen sind (*). Indessen glaube ich nicht, daß jemand denken wird, das Silber, das Eisen, und diese anderen Materien nähmen deswegen diese Figuren an, weil sie vor dem eben die Bäume gewesen wären, welche sie vorstellen.

3. Endlich haben auch die meisten Schriftsteller, welche sagen, daß sie die Versuche von der Palingenesie gemachet hätten, und vornehmlich diejenigen Schriftsteller, die ich genennet

(*) Mém. de l' Acad. 1692. Tome X. pp. 171. 405. 1707. p. 299. & 1710. pp. 426. 435 &c.

nennet habe, gestanden, daß sie die Palingenesie nur ein einzig mal nach vieler verlorenen Mühe haben treffen können; und, welches wohl zu merken ist, weder eben dieselbe Lauge, noch eine von neuen zubereitete, hat ihnen diese Erscheinung wieder zeigen wollen. Auch haben sie selbst das, was sie gesehen haben, mehr für einen blinden Zufall, gehalten, als für eine nothwendige Folge der vermeynten Neigung, die sie den organischen Theilen der Körper zugeschrieben haben, sich nach ihrer Trennung wieder in ihre erste Zusammenfügung zu versetzen: und ich irre sehr, wenn nicht eben dieses der Ritter Digby, der sonst ziemlich geneigt und begierig gewesen ist, die Wirkungen der Sympathie zu behaupten, mit diesen Worten hat sagen wollen, die er dem oben erzähleten Versuche beyfüget: **ich machete mir ein großes Vergnügen daraus, dieses Spiel der Natur zu betrachten.** Boyle geht noch weiter; er besorget, daß die Augen derer, welche dergleichen Figuren auf dem Eisse gesehen zu haben vorgeben, durch ihre Einbildungskraft in den Stand gesetzet worden sind, diese Erscheinung zu sehen, und er erzählet alle diese Geschichte in einem Artikel seiner **Physicalischen Versuche**, wo er von den Versuchen handelt, die nicht von statten gehen.(*)

## Zehntes Hauptstück.

### Von der Ausdünstung des Eisses.

Wir haben zu Anfange dieser Abhandlung angemerket, daß die Ausdünstung der fliessenden Körper in einer Verhältniß stehen müste, die aus der umgekehrten Verhältniß ihrer eigenthümlichen Schwere, und aus den Verhältnissen ihrer Flüßigkeit, ihrer innerlichen Bewegung, und der Oberflächen, die sie der freyen Luft bloß stellen, zusammengesetzet wäre. Von diesen vier Umständen finden nur der erste,

(*) T*entam. phys.* De experimentis quae non succedunt.

erste, der andere, und der vierte bey den festen Körpern statt, nämlich die eigenthümliche Schwere ihrer Theile, die Härte und Zähe, an statt der Flüßigkeit, und die Größe der an der Luft liegenden Oberflächen.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß alle feste Körper mehr oder weniger ausdünsten, und dadurch etwas von ihrer Substanz verlieren. Das Anstossen der Luft reißt bald oder spät einige unmerkliche Theilchen von ihnen mit sich fort. Es sind ihrer wenigstens nicht viel, die von diesem allgemeinen Gesetze auszunehmen wären. Der Verlust von Materie entdecket sich so gar an einigen, die viele Jahre von ihrem Gewichte nichts merkliches verlieren, als an dem Bisam, und dem stinkenden Asand. Denn es ist nicht zu zweifeln, daß der Geruch, den sie beständig von sich geben, und der sich durch einen sehr großen Raum ausbreitet, aus Körperchen besteht, die einen Theil von diesen Körpern ausmacheten. Davon wollte ich auch nicht dasjenige ausschließen, was die subtile oder ätherische Materie, die sich in ihren Zwischenräumchen beweget, daraus mit sich fort nimmt, und die Luft hernach wegführet, und weit und breit zerstreuet. Jedoch das kömmt auf eines hinaus mit dem, was die Luft von ihren Oberflächen durch den Stoß abreißt, und gehöret mit zu ihrer ganzen Ausdünstung, wie wir dieselbe bey den fliessenden Körpern betrachtet haben. Indessen ist überhaupt so viel gewiß, daß die festen Körper sich weniger verzehren, als die fliessenden, wegen des Umstandes, daß, wenn sonst alles gleich gesetzet wird, diese letzteren desto weniger ausdünsten, je weniger sie flüßig sind. Denn die Festigkeit, oder das was wir die Härte nennen, ist genau zu reden nichts anders als eine geringere Weiche, und die Weiche nichts anders als eine geringere Flüßigkeit. Es ist also wundersam genug, daß das Eiß so viel oder noch mehr ausdünstet, als das Wasser, woraus es entstanden ist.

Die Ausdünstung des Eisses bald zu sehen, darf man nur etliche spitzige und scharfe Stücke an die Luft setzen: man

wird in kurzen ihre Spitzen und ihre scharfen Kanten abgestümpfet, und ihr Gewicht merklich vermindert finden.

Je heftiger die Kälte ist, desto stärker ist die Ausdünstung des Eisses. Im Jahre 1716, in welchem einige Tage eben so ausnehmend kalt waren als in dem großen Winter 1709, habe ich zuweilen befunden, daß Eiß, welches in der Luft und im Nordwinde gelegen, binnen vier und zwanzig Stunden mehr als den fünften Theil seines Gewichtes verloren hatte. Nach dem Herren **Gauteron** (*), der hierüber zu **Montpellier** 1709 Versuche angestellet hat, gieng eines males die Ausdünstung des Eisses binnen eben dieser Zeit bis auf ein Viertel seines Gewichtes, nämlich es waren 6 Gran in einer Stunde von einer Unze Wasser, die er hatte gefrieren lassen, ausgedünstet; welche Ausdünstung, wie er saget, stärker ist, als die Ausdünstung des Wassers in einer Luft, die ein Mittel zwischen warmer und kalter ist.

Um von dieser Erscheinung Grund zu geben, so erinnere ich, daß das Eiß, weil es fast allemal auf seiner Fläche Runzeln, Züge, Ungleichheiten und Höker hat, mehr Fläche hat als das Wasser, aus dem es geworden ist. Ueberdieses wenn man Wasser in Gläsern, Bechern, und dergleichen Gefässen, die oft am obersten Rande weiter sind als am Boden, gefrieren läßt, so trennet es sich ordentlich in wenigen Stunden davon ab, wegen der Ausdehnung der in ihm eingeschlossenen Luftblasen, und das Eiß steigt ein wenig, so daß es zwischen sich und dem Glase rings umher einen Raum läßt, der immer

(*) Ein Arzt, und Secretär der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in Montpellier. Seine Versuche wurden der Akademie der Wissenschaften übersendet, und in das Jahr 1709. der Mémoires zu Ende mit eingedrucket. Man wird in der Hist. de l' Acad. 1741 p. 17 eine Erscheinung finden, die mit dieser einige Aehnlichkeit hat, nämlich, daß Erde, die mit Wasser angefeuchtet worden ist, und die im Ganzen eine Masse giebt, welche fester und schwerer ist als Wasser, häufiger ausdünstet als das reine Wasser; vermöge der Versuche des Herrn Bazin.

immer größer wird. Ein anderer Umstand, welcher machet, daß das Eiß der Luft mehr Theile bloß stellet. Folglich, was die Oberfläche betrift, muß das Wasser durch die Ausdünstung mehr Theile verlieren, wenn es gefroren ist, als wenn es fliessend ist.

Es ist also nur die Härte des Eisses übrig, die verursachen könnte, daß seine Ausdünstung nicht so leicht vor sich gienge als die Ausdünstung des Wassers; und ich zweifele nicht, daß wirklich die kleinen Flocken Luft, welche auf das Eiß stossen, mehr Widerstand da finden, als auf dem Wasser; sie haben ohne Zweifel mehr Mühe einige Theilchen los zu reissen, ihr Stoßen ist oft vergebens: aber hingegegen, wenn nun einmal die Luft einige Stückchen von dem Eisse abreißt, so sind sie vermuthlich größer, als die Theilchen, die sie von dem Wasser wegnimmt, welches eine Folge der größern Gewalt ist, die sie dort anwendet. Sie muß auch ordentlich viele kleine Splitter mit demjenigen Stückchen Eiß, an welches sie schlägt, fortreißen, und alle umliegende Stückchen erschüttern. Hierinne muß ihr auch der kleinen Luftblasen nahe bey der Oberfläche ihre Bemühung sich auszudehnen zu Hülfe kommen; so daß, wenn man nun diese Umstände zu den Umständen einer größeren Fläche, und der Leichte des gefrorenen Wassers hinzusetzet, es nicht mehr so gar schwer ist zu begreifen, wie die Ausdünstung des Eisses bey einem harten Froste der Ausdünstung des Wassers in einer Luft, die ein Mittel zwischen warmer und kalter ist, gleich oder überlegen seyn kann.

Wir dürfen hierbey nicht vergessen, was wir schon in dem gegenwärtigen Abschnitte (*) angemerket haben, daß die beständige Bestrebung der Theilchen des Eisses sich in die Höhe zu richten, oder sich unter dem Winkel von 60 Grad aus einander zu sperren, sich viel leichter auf der Fläche äussert, wo sich ihrer Kraft nichts entgegensetzet, als in dem Inwendigen;

(*) Im siebenden Hauptstücke.

digen; weswegen auch diese Fläche weder so durchsichtig seyn kann, wie sie es denn wirklich nicht ist, noch auch so poliert. Die Luft wird also die Theile des Eisses desto besser entführen können, je älter das Eiß ist, und je strenger der Frost gewesen, der es erzeuget hat. Denn diese Umstände befördern mehr und mehr das Vermögen dieser Theile sich von der ganzen Masse los zu machen. Es werden sich also die übrigen Ursachen der Ausdünstung mit dieser verknüpfen; und ich zweifele, daß man ohne dieselbe von dieser starken Ausdünstung bey einem so harten und so festen Körper, die auch desto stärker ist, je härter und fester er ist, einen zureichenden Grund finden wird.

# Eilftes Hauptstück.

## Von dem Schnee.

Der Schnee, den wir hier, in so weit er ein vollkommenes Eiß ist, zu betrachten haben, ist, wie wir schon erinnert haben, nichts anders, als ein Haufen sehr kleiner Stückchen Eiß, meist von einer länglichten Figur, oder ein Haufen ästiger Fasern, die zuweilen in Gestalt von Sternen mit 6 Spitzen um einen Mittelpunct herumgesetzet sind, und aus Dünsten bestehen, die in der mittleren Gegend der Luft gefroren sind.

Wir haben von diesen Sternen (1. Hauptst. 1. Abschn.) bey Gelegenheit des Winkels, unter welchem die Theilchen des Eisses sich an einander zu fügen bemüht sind, geredet. Es giebt auch zuweilen Schnee, der ein Mittel hält zwischen diesen regelmäßigen Figuren und den unförmlichen Haufen kleiner Fasern von Eisse, die verschiedentlich gegen einander geneigt sind, und von denen wir auch Meldung gethan haben; nämlich, wenn sich in einigen Schneeflocken gleichsam kleine Spitzen von Federn befinden, derer parallele Bärte einen beständigen Winkel, dem Ansehen nach von 60 Grad, mit dem Kiele machen. Es sind diese vielleicht

nur

nur Stücke von Stralen der zusammengesetzteren Sterne, derer Figur wir oben gegeben haben. Dergleichen Schnee fiel 1740 in Paris, und ich nahm davon diesen Winkel durch ein einfaches, und durch ein zusammengesetztes Vergrößerungsglas wahr, nachdem ich einige der zärtesten Flocken mit einem Stücke Ebenholz aufgefangen hatte, welches zuvor im Froste kalt genug geworden war. Und ich muß erinnern, daß eine solche Bestimmung mit bloßen Augen oder durch ein Vergrößerungsglas weder so schwer, noch so ungewiß ist, als man denken möchte, wenigstens in Ansehung des Winkels von 60 Grad. Denn da dieser Winkel der Winkel eines gleichseitigen Dreyeckes ist, so darf man sich nur zwischen zween Puncten in den beyden Schenkeln des Winkels, den man vor Augen hat, in gleicher Weite von seiner Spitze, die Seite, die ihm gegen über steht, einbilden, und also das Dreyeck voll machen. Wenn diese eingebildete Linie, oder die Weite zwischen diesen beyden Puncten, dem Augenmaße nach so groß ist als jede der beyden anderen Seiten, so ist der gegebene Winkel augenscheinlich von 60 Grad. Denn die Verhältniß der Gleichheit wird von dem Verstande und von den Augen unter allen am leichtesten, und am genauesten bemerket.

Erasmus Bartholin (*) saget, er hätte fünfeckige Sterne im Schnee gesehen, und setzet hinzu, es wären von einigen auch achteckige gesehen worden. Allein er geht über diese Arten von Sternen weg, ohne eine Beschreibung von ihnen zu geben: darum wissen wir nicht, ob dieselben regelmäßig gewesen, oder ob sie nicht durch Unterdrückung der sechsten Spitze entstanden sind, (†) oder durch Zusetzung zwoer andern, woran tausend Zufälle können Schuld gewesen seyn. Ich meines Orts habe niemals dergleichen Sterne im Schnee gesehen, und weis auch nicht, daß sie von irgends

 einem

(*) Dissert. de Figura nivis. p. 4. woraus wir die Figuren A, B, C, D, E auf der II Tafel, Num. 5. genommen haben.

(†) Wie zum Exempel in der Figur D.

einem Schriftsteller wären beschrieben worden; nur auf der Oberfläche gewisser gefrorener fliessender Materien habe ich einige mal solche unregelmäßige Sammlungen von Stralen wahrgenommen, die vermuthlich von dem nur erst besagten ungefähren Zufalle hergekommen sind. Zugleich aber habe ich auch bemerket, daß diese mangelhaften, oder überflüßigen, oder wider die Regel gesetzten Stralen, in Ansehung der andern, nicht genau nach einem gemeinen Mittelpuncte zugekehret waren, da indessen die Neben-Faden, welche an ihnen, wie die Bärte einer Feder an ihrem Kiele, saßen, mit ihnen allemal richtige Winkel von 60 Grad macheten.

Die Sterne, die ein Küchelchen in ihrem Mittelpuncte, oder welche an den Enden ihrer Stralen, oder in dem Mittelpuncte und den Enden (*) zugleich haben, entstehen aus einigen Theilchen geschmolzenen Schnees, oder aus Wassertröpfchen, die bald hernach gefroren sind. Die einfachen Faden, die man zuweilen in dem Schnee hin und wieder antrift, und die eben solche Kügelchen an ihren Enden haben, (†) zeigen diese Entstehung deutlich genug an. Aber wie viel Mechanik wird nicht zu denen Sternen erfodert, die in ihrem Mittelpuncte einen leeren oder vollen Stern haben (††), und sich in einen zweyten Stern endigen, dessen sechs Stralen aus den Winkeln zwischen den Stralen des ersten hervorkommen, und selbst aus Faden zusammengesezet sind, die an einem gemeinen Kiele allemal unter Winkeln von 60 Grad sitzen. Und was sollen wir von denen sagen, die an den Enden ihrer verlängerten Stralen Sträusser, Laubwerk, von einer vollkommenen Regelmäßigkeit und Symmetrie haben, so daß es an dem Ende eines jeden der sechs Stralen eben so wie an dem Ende eines andern aussieht, und allemal aus Faden zusammengesetzet ist, die unter einerley Winkel an einander gefüget sind? Denn es giebt

(*) Wie C, II Taf. Num. 5. (†) Wie E. (††) Wie B.

giebt dergleichen Sterne (†) und es giebt ihrer sehr verschiedene Arten, ohne daß das Gesetz des Winkels der Zusammenfügung durch ihre Mannichfaltigkeit im geringsten gebrochen wird. Hierzu kömmt noch, daß diese verschiedene Arten in eben demselben Schnee fast niemals zugleich anzutreffen sind, sondern auf einmal nur eine Art an verschiedenen Tagen, oder zu verschiedenen Stunden eines Tages (*) fällt. Ein Beweis, daß hiebey noch eine sonderbare Ursache statt habe, als etwan der Grad, die Geschwindigkeit oder die Langsamkeit des Frostes, die Zeit, und der Ort der Atmosphäre, wo dieser Schnee entsteht.

Dieses alles aber mag ich keinesweges ausführlich oder anders, als durch eben dieses Gesetz erklären, dessen Nothwendigkeit ich schon so wohl bey diesen Erscheinungen, als bey vielen andern an dem ordentlichen Eisse gewiesen habe.

Der Schnee also, in so weit er ein Eiß ist, hat alle Eigenschaften des Eisses, aber mit dem Unterscheide, welchen die Zusammensetzung und die Dünne der Theile, daraus er besteht, verursachen müssen.

So nimmt er viel mehr Raum ein, als das Eiß. Dieses hat nur $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{9}$ mehr Raum, als das Wasser, woraus es geworden ist, und der Schnee, der nur erst gefallen ist, erfüllet, wie wir schon gesaget haben, 10 bis 12 mal so viel Raum, als das Wasser, welches er giebt, wenn er zergangen ist. Herr **Müsschenbroek** (†) hat in Utrecht Schnee gemessen, der sehr dünn, und in Forme von Sternchen war, und hat ihn 24 mal dünner befunden, als Wasser; woraus folget, daß der gänzliche Ueberschuß der Dünne des

Q 3 Schnees

(†) Man sehe die, welche von Herrn Stocke sind wahrgenommen worden, Phil. Transact. Num. 464, im Jenner 1742. Sie waren alle sehr voll, und von einander in der Ordnung und den Figuren der Theile unendlich unterschieden. Einige hatten $\frac{3}{4}$, einige 1, und andere $1\frac{1}{4}$ Linie im Durchmesser.

(*) Wie des Herrn Stocke seine. Supra.

(†) Essai de Physique, p. 807.

Schnees über die Dünne des Wassers mehr als zweyhundert mal größer ist, als der Unterschied zwischen der Dünne des Eisses und des Wassers. Lasset uns auch im Vorbeygehen merken, daß dieser Ueberschuß niemals so merklich ist, als wenn der Schnee mehr Theile hat, die unter dem Winkel von 60 Grad an einander gesetzet sind, welches hier die Figuren von Sternchen anzeigen.

Die Ausdünstung des Schnees ist so stark, daß man ihn zuweilen in weniger als einem oder zween Tagen bey einem trockenen Winde und in dem strengsten Froste verschwinden sieht, wenn er nur einen oder zween Zoll hoch auf der Erde gelegen hat. Dieses ist nicht schwer zu begreifen, da der Schnee eine unendliche Anzahl kleiner Eißtheilchen, die fast alle von einander abgesondert sind, der anstossenden Luft bloß stellet.

Hingegen kann der Schnee nicht so viel Kraft haben sich auszubreiten, als das Eiß: weil er schon bey nahe so weit ausgebreitet ist, als es der ihn ausmachenden Theilchen ihre Bestrebung, Winkel mit einander zu machen, verstattet. Er kann auch nicht die Gewalt haben, die Gefässe, darinnen er eingeschlossen ist, zu zersprengen, noch seiner Zusammendrückung viel Widerstand zu thun: weil alle die kleinen Nadeln, daraus die Schneeflocken zusammengesetzet sind, und die sich wie Sparren an einander stämmen, an sich selbst sehr zerbrechlich sind, und leicht zerdrücket und über einander gehäufet werden können.

Es ist auch nicht zu verwundern, daß der Schnee, haufenweise genommen, undurchsichtig ist. Er hat alles, was unmittelbar zur Undurchsichtigkeit erfodert wird, indem er weiß ist, oder, welches auf eines hinauskömmt, indem seine Theile immer wieder in kleinere getheilet, und eine unendliche Anzahl kleiner Flächen in ihm sind, die alle in anderen Lagen die Stralen des Lichtes auffangen.

Was seinen Geschmack anlanget, so habe ich nichts merkwürdiges daran geschmecket. Ich hätte gedacht, er müßte

ganz

ganz anders schmecken, als ordentliches Eiß und Wasser, wegen aller Ausdünstungen aus der Erde, welche seine schwammigen Flocken in sich nehmen können, indem sie durch die untere Gegend der Atmosphäre fallen, welche damit mehr oder weniger angefüllet ist; und ich zweifele auch nicht, daß nach der Beschaffenheit des Clima und nach den Umständen der Zeit und des Erdbodens der Schnee zuweilen anders beschaffen sey, als das gemeine Wasser. Aber Thomas Bartholin, der einen Tractat von dem medicinischen Gebrauche des Schnees geschrieben, und ohne Zweifel diesen Punct sorgfältig untersuchet hat, saget, er hätte in dem Schnee, der eben fällt, keinen Geschmack gefunden; ob er gleich hernach, wenn er lange auf der Erde gelegen, und sich gesetzet hat, etwas beissendes an sich hat, welches sich auf der Zunge empfinden läßt. In Norwegen trinken die meisten Leute des Winters nichts als das Wasser des geschmolzenen Schnees.

Obgleich der Schnee aus lauter kleinen Eißfaden besteht, die verschiedentlich gegen einander geneigt sind: so glaubet man doch gemeiniglich, er hätte einige Wärme, die ihm eigen wäre, und er wäre nicht so kalt als das Eiß. Hierauf haben einige Schriftsteller den Nutzen gegründet, den er zum Wachsthume der Pflanzen, und zur Aufthauung der in sehr strenger Kälte erfrorenen Glieder und Früchte hat. Ich habe hiervon nicht genugsame Erfahrung, daß ich meine Gedanken davon sagen könnte: inzwischen glaube ich, daß dasjenige, was oben (*) von dem gelinden Wetter ist erinnert worden, welches wir oft alsdenn haben, wenn es Schnee leget, vielleicht dieser Meynung ihren Ursprung mag gegeben haben. Denn übrigens vereinigen sich die richtigsten Wahrnehmungen und Versuche, uns zu überreden, daß jedes Eiß, es sey Schnee, oder Wasser in größern Massen, immer fast einerley Grad Kälte in dem Augenblicke seiner Entstehung hat, obgleich hernach eines kälter werden kann als das andere, und in dieser Beschaffenheit das weniger kalte den erfrorenen

Q 4

(*) Zu Ende des IX Hauptstückes im II Abschnitte.

renen Gliedern oder Früchten, wenn es darauf geleget wird, einige Hülffe schaffen kann, wie wir dieses absonderlicher in dem letzten Abschnitte sagen werden.

* * * * * * * * * * * * * * * * *

# Vierter Abschnitt.

## Von den Erscheinungen bey dem Eisse, wenn es zergeht, oder schmilzt, und von dem Thauen.

### Erstes Hauptstück.

### Von dem Schmelzen des Eisses überhaupt.

Das Eiß muß von solchen Ursachen zergehen, die den Ursachen, von denen es hervorgebracht wird, entgegengesetzet sind. Die Schwächung und die Vergiessung der subtilen oder ätherischen Materie, die in den Räumchen zwischen den Bestandtheilen des Wassers enthalten ist, machen, daß das Wasser zu Eisse wird: eine Verstärkung der Menge, der Bewegung, und der ausdehnenden Kraft eben dieser Materie wird das Eiß wieder zu Wasser machen.

Sowohl das gefrorene Wasser fliessend zu machen, als auch das noch fliessende hart und zu Eisse zu machen, wirket die allgemeine Ursache nicht anders als durch die Berührung entweder fester, oder fliessender, oder flüßiger Körper, welche das Eiß umgeben, nachdem sie mehr oder weniger warm sind, und der ätherischen Materie, die in die Zwischenräumchen des Eisses oder zwischen seine Bestandtheile dringt, mehr oder weniger Bewegung und ausdehnende Kraft mittheilen.

Die festen Körper, die auf das Eiß geleget werden, oder auf die das Eiß geleget wird, wirken desto kräftiger und desto behender, wenn sonst alles einerley ist, je fester oder dichter sie

sind,

sind, weil in ihnen ein gleich großer Raum mit desto mehr ätherischen Materie erfüllet ist, und die Berührung unter ihnen und dem Eisse in einer desto größern Anzahl von Puncten geschieht. So wird ein Metall, das nicht so kalt ist als Eiß, oder dessen wirkliche Kälte geringer ist als die Kälte des Frostes, das Eiß, darauf es gelegt wird, ohne schmelzen, als Holz oder Wolle, wenn gleich das Holz, oder die Wolle, oder ein andrer solcher Körper, wärmer wäre als das Metall.

Man beweist dieses augenscheinlich durch folgenden Versuch. Man nimmt zwey Stücke Eiß, die einander dem Ansehen nach gleich, und bey nahe von einerley Figur sind; man leget das eine auf einen silbernen Teller, zum Exempel, und das andere auf die flache Hand: das erste zergeht eher, als das andere. Ich habe diesen Versuch machen sehen, und auch selbst gemachet. Herr Haguenot hat ihn seitdem mit mehr Anstalten vor der Königlichen Gesellschaft in Montpellier wiederhohlet und bestätiget (*). Er that noch mehr, er verglich mit einander die Wirkungen verschiedener Metalle, des Goldes, des Kupfers, des Bleyes, des Zinnes, „des Eisens, des Stales, und fand beständig, daß das Eiß „auf dem Kupfer eher als auf sonst einem Metalle, und auf „einem Bügeleisen eher als auf ordentlichen Eisen zergieng.„ Nach unsern Gründen hätte das Gold die Oberhand haben sollen: aber wer sieht nicht, daß hier nicht von diesen kleinen Unterschieden nach der Schärfe die Rede ist, und daß wir, indem wir eine allgemeine Erklärung von dieser Erscheinung geben, nicht verlangen, die Ausnahmen auszuschliessen, die aus der besonderen Natur eines jeden dieser Körper entspringen können. Das Kupfer, und sonderlich das gelbe schwillt unter allen Metallen am meisten von der Hitze auf (**), und dieses machet eine genugsame Vermuthung, daß es unter

 allen

(*) Extr. de l'Assemblée publ. de la Soc. R. de Montpellier du 22 Déc. 1729.

(**) *Musschenbroek* Essai de Phys. p. 453.

allen dasjenige ist, welches am meisten subtile Materie, oder elementarisch Feuer in sich hat, oder in welchem dieselbe die meiste Bewegung hat. Bey dem Bügeleisen, auf dem das Eiß eher als auf ordentlichen Eisen zergeht, trift vielleicht eben dieses ein, wegen seines Gebrauches: es ist aber auch gemeiniglich viel glätter als ordentliches Eisen, und so wird auch ohne Zweifel jenes gewesen seyn; es kann also nicht fehlen, daß es nicht von dem darauf gelegten Eisse geschwinder angegriffen, und vollkommener berühret werden sollte. Uebrigens bleibt uns die genaue Verhältniß der Grade der Wärme in verschiedenen Metallen so lange unbekannt, bis man das Thermometer wird erfunden haben, davon ich in dem V Hauptstücke des vorhergehenden Abschnittes geredet habe.

Die Wirksamkeit der fliessenden und der festen Körper in Zerschmelzung des Eisses muß sich nach eben diesen Gründen überhaupt, und hiernächst nach der inneren Bewegung, nach der Grobheit und Festigkeit ihrer Bestandtheile richten. Vermöge aller dieser Umstände geschieht es, daß ein Stück Eiß mehr Zeit brauchet, bey dem Feuer in einer Weite, wo man kaum die Hand lange halten könnte, zu schmelzen, als in laulichtem Wasser. Denn die subtile Materie, die sich mit den Bestandtheilen des Wassers beweget, und ihnen alle ihre heftige Bewegung mittheilet, treibt sie beständig gegen das darein getauchete Eiß, und durch Hülfe so großer Massen, in Vergleichung mit ihren Stäubchen, bringt sie viele Theilchen des Eisses in Bewegung, trennet sie von einander, und machet sich Wege durch dieselben; eben so wie ein Fluß eine Brücke durch den Stoß der Eißschollen und der Bäume, die er dagegen treibt, hinwegreißt, welche die blosse Gewalt des Wassers nicht einmal zu erschüttern vermögend ist.

Etwas ähnliches thut auch die Luft dem Eisse, doch ist ihre Wirkung viel schwächer als des Wassers seine: weil die Luft nur aus kleinen Flocken von Faden oder Schiefern zusammengesetzet ist, die acht bis neun hundert mal leichter

sind,

sind, als gleich große Theilchen des Wassers, welches so viel ist, als ob diese Faden oder diese Schiefer acht bis neun hundertmal kleiner wären. Zudem schwächet in diesem Betrachte vermuthlich die Luft durch ihre Spiralen und ihre Aeste die subtile Materie weit mehr, als sie ihr durch die Grobheit der Theilchen, daraus sie zusammengesetzet ist, beysteht. Denn wenn sonst alles einerley ist, so wird ein Stück Eiß, das in der freyen Luft 6 Minuten 24 Secunden Zeit haben muß ehe es aufthauet, unter der Glocke der Luftpumpe in 4 Minuten zergehen; das ist, überhaupt ist das Schmelzen des Eisses in dem luftleeren Raume um ein Drittel hurtiger als in der Luft (*).

## Zweytes Hauptstück.

### Daß das Eiß viel langsamer schmilzt, als es entstanden ist, und warum.

Die Sache ist gewiß; jedermann weis, das Eiß, welches bey hartem Froste in freyer Luft binnen fünf oder sechs Minuten gefriert, viele Stunden, ja manchmal ganze Tage zum Schmelzen brauchet, wenn es in einen nicht so kalten Ort gebracht worden ist, in welchem sich eben dasselbe Wasser zuvor fliessend erhalten hatte. Die nützliche Erfindung der Eißgruben beruhet zum Theile auf eben diesem Grunde. Denn man darf sich nicht einbilden, daß in dem Tiefsten der Gruben, die man in die Erde machet, um das Eiß darinnen zu erhalten, die feuchte Erde, oder die Adern von Wasser, die sich etwan daselbst befinden, allemal gefrieren könnten, sonderlich im Sommer, und in den etwas warmen Ländern, wo die Eißgruben am meisten gebrauchet werden.

Wenn man setzet, wie wir in dem ersten Theile dieses Werkes Beyspiels weise gesetzet haben, daß das Wasser gefriert,

(*) Dieser Versuch ist vom Herrn Homberg gemacht und oft wiederholet worden, Mém. de l'Acad. 1693. Tome X. p. 265.

friert, indem die Bewegung der innern subtilen Materie nach einer Progreßion abnimmt, dergleichen diese 6, 12, 24, 48 u. s. f. ist, deren jedes Glied nur eine Minute Zeit erfodere, da indessen die äussere subtile Materie in jeder Minute nur einen Grad Bewegung verliere: wenn man, sage ich, diese Ordnung in der Erzeugung des Eisses setzet, so ist es nicht mit der Umkehrung derselben gethan, die Ordnung auszudrücken, welche es im Aufthauen hält. Denn demjenigen Grade von Wärme, oder von Bewegung der subtilen Materie, welcher das Wasser im Stande der Flüßigkeit erhielt, wird es schwer fallen, ihm dieselbe wieder zu verschaffen, wenn es solche einmal verloren hat; und eine gewisse Verstärkung der Bewegung kann zu schwach seyn, das Schmelzen desjenigen Eisses zu wege zu bringen, welches eine gleiche Schwächung der Bewegung formieret hatte. Was viele Reisende von den erstaunlichen Eißbergen erzählen, die man jenseit des Polarzirkels antrift, und die sie so alt, als die Welt selbst, schätzen, könnte unsre Theorie von dieser Sache bestärken: denn es könnte seyn, daß die Sommer dieser Climae niemals vermögend wären, alles das Eiß zu schmelzen, welches die Winter daselbst zusammengehäufet hätten.

Doch wollen wir hieraus nicht die Folge ziehen, die daraus ein gelehrter Engländer (*) gezogen, der um die Mitte des vergangenen Jahrhundertes geschrieben hat, und der, nachdem er der Meynung, daß ein immerwährendes Eiß um die Pole herum sey, beygepflichtet hatte, solches so hoch setzet, daß er daraus schließt, die Erde müßte eine nach ihrer Axe merklich verlängerte Figur haben. Dieses giebt er zum Grunde der elliptischen Figur an, unter welcher der Erdschatten auf dem Mondteller in zwo Mondfinsternissen erschienen ist, derer eine vom Tycho Brahe, die andere von Keplern ist wahrgenommen worden. Allein in diesem allen liegen viele Fehler. Man weis heutiges Tages, und wir

(*) *Childrey*, Hist. des singularités d'Angleterre, d'Ecosse & du pays de Galles; *Province de Cuernarvon*.

wir haben es schon erinnert, daß die am meisten mit Eisse besetzten Meere um den Pol herum solches nur an den Küsten, und bis zwanzig oder fünf und zwanzig Meilen weit vom Lande haben. Also darf man sich nicht einbilden, als ob sich dieses hervorragende Eiß gleichförmig über diesen ganzen Theil der Erdkugel erstreckete, und ihr eine elliptische Figur geben könnte, sondern es ist nur hier und da in einzelen Haufen. Und diese, wenn man will, ungeheuere Haufen oder Berge von Eisse, die auch für Schiffer, welche ihnen auf ihrem Wege begegnen, freylich ungeheuer sind, können auf der ganzen Kugel, und noch mehr in dem an sich undeutlichen Rande ihres Schattens in den Mondfinsternissen, nichts weiter als kleine unmerkliche Runzeln machen. Zudem hat auch dieses gar keine Verwandtschaft mit der berühmten Frage von der Figur der Erde, die erst etliche und zwanzig Jahre hernach ist aufgeworfen worden, und auf ganz anderen Gründen aus der Statik beruhet.

Aber wir müssen wieder auf unsre Rechnung über das Schmelzen des Eisses kommen.

Es ist der subtilen Materie leichter, aus den Räumchen zwischen den Bestandtheilen des fliessenden Körpers zu entwischen, oder darinne, indem sie solche von einander getrennet hält, etwas von ihrer ausdehnenden Kraft zu verlieren, als sich darein zu schleichen, oder die verlorene ausdehnende Kraft wieder zu erlangen, wenn sie sich einmal mit ihren Flächen an einander geleget haben, und viele dieser Theile ihr nicht den geringsten Eingang lassen, daß sie solche von einander bringen, und den Druck der äusseren subtilen Materie, der sie beysammen erhält, überwinden könnte. Zu Folge also des vorhin angenommenen Satzes, nach welchem die Verminderung um einen Grad in der Bewegung der äusseren subtilen Materie, in der ersten Minute, eine Verminderung um 6 Grade in der Bewegung der subtilen Materie innerhalb des Wassers verursachet hat, muß man sich vorstellen, daß die Vermehrung um einen Grad in der Bewegung

gung der äusseren subtilen Materie, in der ersten Minute, vielleicht kaum ein tausendmal eines Grades Bewegung in den Theilchen des Eisses machen wird, und so weiter fort, nach einer Progreßion, welche man für die geschickteste halten wird. Ich sage, in den Theilchen des Eisses, und nicht, in der inneren subtilen Materie: weil diese, wie ich schon erinnert habe, viel Bewegung von jener bekommen könnte, ohne daß sie dadurch vermögend würde, die Flächen von einander zu bringen, die ihr fast gar keinen Eingang verstatten. Ich halte fast allezeit für nothwendig, daß die subtile Materie die Theilchen des Eisses zuvor durch Stösse erschüttere, ehe sie zwischen dieselben eindringen kann; und da die Stäubchen der subtilen Materie fast unendlich klein sind, in Ansehung der Bestandtheile des Eisses und des Wassers, so können sie diese Erschütterung nur durch ihre große Menge, durch ihre sehr heftige Bewegung, und in einer ansehnlichen Zeit bewerkstelligen.

# Drittes Hauptstück.

## Von der Ordnung, in welcher die Theile des Eisses schmelzen.

Das Eiß fängt am Rande und an der Oberfläche des Wassers an zu werden; gleichergestalt fängt es auch an seinen Rändern, an seinen Spitzen, Ecken, und Kanten, wenn es welche hat, und denn an seiner ganzen der Luft ausgesetzten Fläche an zu zergehen. Also ist das Schmelzen des Eisses nicht völlig das Umgekehrte von dem Gefrieren; da es an eben den Orten anfängt zu schmelzen, wo es angefangen hatte sich zu formiren: doch es ist in anderem Betrachte, weil auf seiner Fläche, zum Exempel, die Theile, welche die letztern im Gefrieren waren, die ersten im Aufthauen werden, und die Faden Eiß, mit welchen es sich angefangen hatte, ordentlich am spätesten wieder zergehen, eben deswegen weil diese Theile zum Gefrieren am meisten, und hingegen

gegen hernach zum Schmelzen am wenigsten unter allen aufgelegt sind.

Man merket anfangs auf der Oberfläche des Eisses eine Art von Schweisse, der es trüber und undurchsichtiger machet, als es zuvor war: weil er aus vielen Tröpfchen von Wasser oder von Dünsten besteht, die das Licht verschiedentlich zurückwerfen. Bald hernach machen diese Theilchen Wasser, indem sie an Menge und Größe zugenommen, und sich mit einander vereiniget haben, kleine Adern oder Bäche von Wasser, und rinnen von allen Seiten her mehr oder weniger gleichförmig, in geraden, krummen, oder geschlungenen Linien, nachdem nun die Oberfläche des Eisses mehr oder weniger eben, und nahe oder weniger horizontal, oder an verschiedenen Orten abhängig ist. Wenn die Kälte geschwind nachläßt, und viele Grade gelinder wird, als die Kälte des Frostes ist, und dabey ein feuchter Wind wehet, so bekömmt die Oberfläche des Eisses gar bald die schönste Politur, und wird ganz durchsichtig; weil das Wasser, welches häufig von allen seinen Flächen abläuft, alles Unebene wegnimmt, alle kleine Grübchen, die von den Luftblasen entstanden waren, ausfüllet, und alles gleichsam mit einem hellen und klaren Firnisse überzieht, so, wie wir es oben erkläret haben, als wir von der Durchsichtigkeit des Eisses handelten.

In allen diesen Fällen, und wenn das Eiß nicht in dem Wasser schwimmet, in welches es zerschmilzt, oder wenn dieses Wasser auf den Seiten ablaufen kann, so folgen auf diese Politur in dem, was noch ungeschmolzen ist, hier und da Furchen, Höhlungen, die das Eiß zu einem rauhen löcherigen Körper, wie ein Bimsenstein ist, und zu einer Art von halbgeschmolzenem Schnee machen. Denn weil das Eiß nicht in allen seinen Theilen einerley Festigkeit und Dichte hat, so schmelzen diejenigen, die nicht so dicht sind, am ersten, nachdem sie mehr oder weniger von dem Wasser umgeben sind, welches an einem Orte mehr oder weniger als an einem andern fließt oder steht.

Alle diese Zufälle, die sich unmöglich auf etwas beständiges bringen lassen, machen, daß sehr selten die Faden, womit das Eiß sich anfängt, und die daraus entstandenen Figuren, sich bey seinem Aufthauen offenbaren. Nur ein blindes Glück hat mich einige Exempel davon sehen lassen. Doch wenn das Eiß nur in einem sehr dünnen Häutchen besteht, wenn es nichts ist, als ein wenig gefrornes Nasses auf einer ebenen Fläche, so ist es nichts so gar ausserordentliches, einige dieser Faden daran zu sehen, die am letzten zergehen, ja auch die Winkel und die Figuren, die sie mit einander machen, weil die Theilchen des Eisses, welche die Räume zwischen ihnen erfülleten, und sie mit einander verbanden, am ersten zerschmolzen, oder verdünstet sind.

Endlich erscheinen in diesem letzteren Falle zuweilen ganz andere Figuren, als wir bey der Entstehung des Eisses wahrgenommen haben: dieses aber wird der Innhalt eines der folgenden Hauptstücke seyn.

## Viertes Hauptstück.

## Von dem Thauwetter.

Das gelinde Wetter, wovon das Eiß und der Schnee in einem ganzen Lande zergeht, das allgemeine Nachlassen einer strengen Kälte, welches man eigentlich Thauwetter nennet, kömmt von solchen Ursachen her, die den Ursachen des Frostes entgegengesetzet sind. Das Thauwetter kann in so weit mit mehr Rechte das Umgekehrte von dem Froste heißen, als das besondere Zergehen des Eisses von dem Gefrieren. Es wird also zur Erklärung der Erscheinung des Thauwetters nichts weiter nöthig seyn, als daß man sich der allgemeinen und der besonderen Ursachen des Frostes, die in dem ersten Theile dieser Abhandlung sind angezeiget worden, erinnere, und die ihnen entgegengesetzten an ihre Stelle setze. Die Wiederkunft der Sonne zu unsrer Halb-

Halbkugel, ihre nicht mehr so schief auffallende Stralen, weniger Atmosphäre und Dünste, welche sie zu durchwandern haben, das Zusammenfallen oder die Niederschlagung der salpetrischen und salzigen Körperchen, die in der Luft zerstreuet sind, die warmen oder lauen und feuchten Winde, die von den mittäglichen Gegenden wehen, und vor allen andern die Aufschliessung der äusseren Theile des Erdbodens durch einen häufigeren Ausbruch der inneren Dünste, die aus dem Schosse der Erden oder von dem Mittelpuncte der Erdkugel ausfliessen, werden diese entgegengesetzten Ursachen, und die Ursachen des Thauwetters seyn.

Die gewöhnlichsten und bekanntesten Folgen des Thauwetters sind das Austreten der Flüsse, die Umreißung der Brücken durch die Stösse der großen Eißschollen, welche die kleinen und die großen Flüsse mit sich führen, und die Berge von Eisse, die zuweilen an gewissen Orten ihres Stromes, oder in der Mitte der Eißmeere durch die Aufhäufung der Eißschollen, welche von den Wellen mit Heftigkeit auf einander geworfen werden, entstehen. Die Ursache dieser Wirkungen ist allzu offenbar, als daß wir uns dabey aufhalten sollten. Will man ein Exempel davon haben, das uns durch die Geschichte ist aufgehoben worden, so kann man in des *Mezeray* Abbregé, für das Jahr 1608, den Berg von Eisse sehen, welcher zu Lion auf der Saone von der Kirche der Observanz durch die Aufhäufung des Eisses, das dieser Fluß dahin getrieben hatte, entstanden war, und die sogenannte magische Art und Weise, wie dieser Berg wieder ist abgetragen, und vermuthlich petardiret worden.

Nicht viel schwerer ist es zu erklären, warum die Kälte der Luft empfindlicher zu werden scheint, wenn sie ihrem Ende nahe ist, und das Thauwetter einfallen will. Dieses ist fast allemal nichts weiter, als ein bloßer Betrug unsrer Sinne. Das Thermometer, dessen Zeugniß von der Wärme

und Kälte unverwerflich ist, beweist solches, indem es fast allemal zu Anfange des Thauwetters steigt. Aber es verbreitet sich alsdenn in der Luft eine so große Menge wäßriger Theilchen, oder kleiner Stückchen zerschmolzenes Eiß, die noch sehr kalt, und allemal in Vergleichung mit der Luft sehr dicht sind, daß sie, indem sie sich an unsere Haut viel genauer anlegen, als die Luft, uns eine Empfindung von Kälte machen, welche die trockne Luft zuvor nicht gemachet hatte. Eben daher kömmt es, daß ein Nebel, der nicht so kalt ist, als die reine Luft, die ihn umgiebt, uns doch viel kälter vorkömmt als diese Luft. Es ist wahr, daß ordentlich das Thermometer niemals so tief ist, als kurz vor dem Einfallen des Thauwetters: allein das machet, weil die Kälte, die zugleich eine Ursache und eine Wirkung des Frostes ist, fast allezeit immerzu wächst, bis das Thauwetter einfällt. Gleichwohl wollte ich auch nicht von demselben Augenblicke, da das Eiß eines ganzen Landes aufzuthauen anfängt, eine wirkliche Kälte ausschliessen, welche dadurch in die Luft kömmt, weil ein Theil der subtilen Materie, von welchem die Luft durchdrungen war, aus ihr in die unendliche Menge der Theilchen des gefrorenen Wassers übergeht, welche zu schmelzen anfangen, in welche er sich einquartieret, und welche er, so zu reden, zu beleben kömmt, indem er dieselben wieder flüßig machet.

Das Thauwetter, und das vorhergehende Frostwetter sind zwo zusammen gehörende Erscheinungen, die man auch zusammen betrachten und wahrnehmen muß, und ich zweifele nicht, daß man aus ihrer beständigen Wahrnehmung großen Vortheil ziehen könnte.

# Fünftes Hauptstück.

## Ein Plan zu Anstellung verschiedener Wahrnehmungen über die jährliche und ordentliche Wiederkunft des Frostwetters und des Thauwetters, und über ihre Währung, in Beziehung auf das Clima von Paris, und auf die andere Climae der Erde.

Das Frostwetter und das Thauwetter scheinen in den temperirten Climaen bloße Zufälle zu seyn. Die allgemeine Ursache von dem Wechsel der Jahreszeiten ist daselbst nicht so stark, daß sie das eine und das andere zu bestimmten und abgemessenen Zeiten, noch auf eine beständige Weise, bringen könnte. Es gefriert, und es thauet in Paris zuweilen vor, öfter aber nach dem kürzesten Tage, und, von einem Jahre zum andern, in sehr unterschiedenen Zeiten des Winters. Man hat hier Winter ohne Eiß, und Frühlinge, Herbste, ja gar Sommer, worinne sich der Frost empfinden läßt. Man sollte es fast in Zweifel ziehen, ob es hier jemals vermöge der allgemeinen und beständigen Ursache gefröre, wenn man sie von den besonderen, zufälligen und veränderlichen Ursachen, welche sie begleiten, in Gedanken absondert: woferne nicht diese allgemeine Ursache auch hier durch die viel größre Anzahl der Winter, in denen es gefriert, als derer, in denen es nicht gefriert, sich selbst offenbarete. Aber wenn man näher zur Linie fortgeht, so findet man gewiß Länder, in derer Clima es gar nicht vermöge dieser Ursache gefrieren kann, gleichwie es vermuthlich, welche nahe bey den Polen giebt, da es immerzu gefrieren würde.

So große Mannichfaltigkeit auch in der Natur herrschet, so ist doch nicht zu zweifeln, daß in ihr alles auf eine Art eines Gleichgewichtes, einer Gleichförmigkeit, abziele, und die Unbeständigkeit selber ihre Gesetze habe. Wenn wir die

Wahrnehmungen des Wetters seit vielen hundert Jahren von einem Lande hätten (*), so ist es sehr glaublich, daß die gänzliche Summe der Regen, der Winde, der Fröste, und des Thauwetters in diesem Lande binnen einem Jahrhunderte, nicht merklich von der Summe binnen einem anderen unterschieden seyn würde, oder daß, wenn sich darunter beträchtliche Unterschiede fänden, gewiß eine noch größere Anzahl von Jahrhunderten uns derselben Ordnung, und wie sie einander aufheben, entdecken würde. Denn kurz, die Stücke dieser Maschine und des Systemes unsrer Sonne sind nicht unendlich; ihre Umläufe müssen uns immer beynahe einerley Wirkungen wiederbringen, oder uns doch die Ursache von der Veränderung oder von dem Abfalle, wodurch eine Unordnung in ihren Wiederkommen gemachet wird, anzeigen. Asien, Africa und America geben uns tausend Exempel von großen Landschaften, in welchen zu gewissen Zeiten des Jahres ordentlich Regen kommen, die man erwartet, ohne sich in seiner Rechnung, als nur sehr selten zu betriegen. Die meisten dieser Landschaften liegen zwischen den beyden Wendezirkeln, oder doch nicht weit davon. Europa hingegen, welches überhaupt uns hiervon keine Exempel darstellet, nimmt die Mitte eines temperirten Erdstriches ein: dagegen aber werden auch seine nordlichsten Theile ziemlich ordentlich ganze sieben oder acht Monate im Jahre mit Schnee bedecket, und der Sommer, der auf diesen langen Winter daselbst folget, ist gemeiniglich ziemlich beständig. In dem heissen Erdstriche, und in dem kalten, der uns bekannt ist, halten die Winde in Ansehung ihrer Währung, ihrer Richtung, und der Jahreszeit, in welcher sie wehen, allezeit viel mehr Ordnung, als in dem temperirten Erdstriche, der zwischen diesen beyden äussersten enthalten ist. Man bemerket etwas ähn-

(*) Dieses, was hier folget, ist aus der Hist. de l'Acad. des Sc. 1743. p. 27 genommen, wo ich es fast eben so vorgetragen hatte.

ähnliches in Island und in Grönland an dem Frostwetter, an dem Thauwetter, und an den Veränderungen des Barometers, die unter der Linie fast gänzlich verschwinden. Wenn nun die Unordnung der Regen, der Winde, der Fröste und des Thauwetters, sich in den äussersten Grenzen in etwas beständiges und einförmiges endigen kann; ist es nicht zu vermuthen, daß eben diese Beständigkeit, eben diese Einförmigkeit auch in den mittleren Climaen, die von beyden äussersten zugleich etwas haben, bestehe, obgleich unter einer viel verwirrteren und viel versteckteren Gestalt?

Ich finde nicht, daß die Akademie der Wissenschafften vor dem Jahre 1688 die Wahrnehmungen des Wetters auf einen festen Fuß gesetzet habe. Es scheint nur, daß einige ihrer Mitglieder viele Jahre zuvor die Menge des Regens, welcher jährlich entweder in Paris, oder in Dijon gefallen ist, was davon ausgedünstet ist, und was sich davon in die Erde auf eine kleinere oder größere Tiefe gezogen hat, wahrgenommen haben: wie man dieses aus etlichen Werken über den Ursprung der Quellen und der Flüsse, und vornehmlich aus des Herrn Mariotte Abhandlung von der Bewegung der Wasser schliessen kann. Allein ich zweifele, daß von dieser Materie etwas ordentliches und an einander hängendes in dieser Gesellschaft, oder auch bey den andern Gelehrten in Europa, vor der besagten Zeit, vorhanden gewesen sey. Nachmals hat man nicht nur die Menge des Regens, sondern auch die Winde, die Veränderungen des Barometers und des Thermometers, die Wärme und die Kälte wahrgenommen: und aus diesen Wahrnehmungen, die so nützlich sind, und von den wahren Naturforschern so hoch geschätzet werden, so wenig sie für sich selbst in die Augen fallen, folget, daß die größte Kälte und die größte Hitze in unserem Clima sich nicht eher, in dem gemeinen Jahre, als ungefähr einen Monat und drüber nach dem kürzesten und nach dem längsten Tage empfinden läßt.

Die Ursachen dieser Erscheinung, die ich anderswo angezeiget habe (*), sind bekannt genug, und kommen darauf hinaus, daß die Erde, die noch vom Sommer und vom Herbste warm ist, der Kälte, die von der allgemeinen Ursache der Jahreszeiten dem Erdboden eingedrücket, oder in der Luft erwecket wird, einen Monat und länger die Wage hält; welches auch von der Wärme zu verstehen ist. Aber von dem Frostwetter und dem Thauwetter hat man noch nichts bekannt gemachet, das eben so zuverläßig oder nur genau genug wäre, um daraus ihren Anfang, ihre Währung, und ihr Ende in jedem Clima, mit Beyseitsetzung der zufälligen Ursachen, zu bestimmen. Denn ich zweifele nicht, daß man in jedem Lande für diese Witterungen ein mittleres Jahr zwischen gewissen Grenzen entdecken könnte, wie man dergleichen schon für die größte Wärme und die größte Kälte, ingleichen für die Menge des Regenwassers gefunden hat.

Mann könnte sich also einen Stoff von Wahrnehmungen zwischen diesen Grenzen machen, für alle Climae der Erde, wo der Wechsel des Frostwetters und des Thauwetters statt findet, indem man diese Grenzen auf einer Platte, oder auf einer Erdkugel, mit ihren Mittagszirkeln und Parallelzirkeln abzeichnete, und den Anfang in den Colurzirkel der Sonnenwenden setzete, welcher hier so anzusehen wäre, als bey den Längen der erste Mittagszirkel, der durch die Insel Ferro geht (†).

Sechstes

(*) Mém. de l' Acad. 1719. p. 118 - - - - 126.

(†) Es sey P (auf der IV. Tafel) der Pol, um welchen die Parallelzirkel CEC, MQN, *myn* ꝛc. herum gezogen, und durch welchen die Mittagszirkel PQ, PM, PN, P*m*, P*n* beschrieben seyn. Es sey PQE der Colurzirkel der Sonnenwenden, oder nur das Stück dieses Mittagszirkels, welches zwischen dem Pole P und demjenigen Parallelzirkel LEL enthalten ist, über welchem nach dem Gleichezirkel zu es niemals, als nur zufälliger Weise gefriert. Dieses vorausgesetzet,

# Sechstes Hauptstück.

## Von demjenigen Eisse oder derjenigen Art von Schnee, welche sich, wenn nach langem Froste Thauwetter einfällt, an die Mauren anleget.

Jeder Körper, der kälter ist, als die ihn umgebende Luft, verdichtert diese Luft und die in ihr schwebenden wäßrigen Dünste, und machet so gar, daß dieselben gefrieren, wenn seine Kälte so groß oder größer ist, als die Kälte des Frostes.

Die Körper, bey denen sonst alle Umstände einerley sind, erhalten sich desto länger in dem Zustande der Wärme oder der Kälte, je fester, je schwerer sie sind, oder je mehr eigen-



setzet, so wird BE der Diameter oder die Axe von zwo krummen Linien seyn, davon die erste AMY die Linie der Grenzen des Frostes, die andere ANY die Linie der Grenzen des Thauwetters ist. Jeder Parallelzirkel zwischen B und E sey in so viele gleiche Theile getheilet, als Tage im Jahre sind, oder, es seyn von Q oder *q*, nach M oder *m*, so viel Grade und Minuten genommen, als auf die Zahl der Tage kommen, um welche der Frost vor dem kürzesten Tage vermöge der allgemeinen und beständigen Ursache der Jahreszeiten, in dem gegebenen Parallelzirkel einfällt; und eben so nehme man von Q oder *q*, so viel Grade und Minuten, nach N oder *n*, als auf die Zahl der Tage gehen, welche von dem kürzesten Tage bis zum Thauwetter aus eben der Ursache verfliessen. Es ist klar, 1. daß die durch alle die Puncte M, *m* gezogene Linie A*m my* die krumme Linie der Fröste, und die, welche durch alle Puncte N, *n* geht, AN*n*Y die krumme Linie des Thauwetters geben wird: 2. Daß der Theil des Parallelzirkels MN, *mn* zwischen diesen beyden krummen Linien die Währung des Frostes in demselben Parallelzirkel, und die krumme Linie B*t*TA, welche alle diese Theile halbschneidet, die Mitte des Frostes ausdrücken wird: 3. Daß in dem Parallelzirkel CBC die beyden äussersten Puncte *m*, *n*, sich in dem Puncte Y vereinigen, wo sich die beyden krummen Linien der Grenzen enden:

thümliche Materie sie haben. Selbst ihre Fläche nimmt nicht leichtlich die Wärme oder Kälte dessen, was um sie herum ist, eher an, als bis dieselbe schon genug in ihr Inneres gedrungen ist.

Durch Hülfe dieser beyden Gründe, die keine Erläuterung nöthig haben, ist es gar nicht schwer, die Erscheinung, von der die Rede ist, zu erklären.

Ein anhaltender und harter Frost drücket den festen Körpern, dergleichen die dicken Mauern sind, eine Kälte ein, die noch ziemlich lange dauert, wenn schon das Thauwetter die Luft wieder erwärmet hat, und sonderlich in derjenigen Seite der Mauer, welche der äusseren gelinden Luft am wenigsten ausgesetzet ist. Also zeigen sich die inwendigen Seiten der Treppen, und der andern Mauern in einem Hause, wenn in ihrer Nähe kein Feuer gemachet wird, und die Sonne sie nicht

enden: 4. Daß wenn man alles das kalt nennen will, was das Thermometer auf oder unter dem Puncte des Frostes bringt, und hingegen alles das warm, wovon das Thermometer über diesen Punct steigt, alsdenn der Raum zwischen diesen beyden krummen Linien A M *m* Y *n* N A, und das übrige von der Fläche der Halbkugel, in welcher der Pol P ist, mit einander verglichen, das gemeine Jahr geben werden, das ist, die mittleren Summen der Wärme und der Kälte, welche in dieser Halbkugel ja gar auf der ganzen Erdkugel herrschen; denn der Unterschied, der hierinne zwischen der nördlichen und südlichen Halbkugel seyn muß, kann leichtlich reduciret werden. Endlich ist es klar, daß ein Theil der krummen Linie A M *m* Y disseit der Axe, gegen den Anfang A, liegen, und diese Axe in einem Puncte S, der vielleicht ein Wendungspunct ist, schneiden muß. Denn weil in einigen Parallelzirkeln, z. E. in dem von Paris die Fröste gemeiniglich erst einen Monat und länger nach der Sonnenwende einfallen, so wird nothwendig in diesem Parallelzirkel oder einem andern über ihm gegen den Pol, oder unter ihm gegen den Gleichezirkel, ein solcher Punct, wie S, für den Anfang des Frostes seyn, nach welchem die Fröste erst disseit gegen den Anfang der krummen Linie A anfangen werden, bis endlich dieselben in dem Puncte A sich anfangen, wo sie nach der Schärfe und nach der Hypothese nur einen Augenblick währen.

nicht bescheinen kann, nach langen und starken Frösten ganz mit Eisse oder Schnee tapeziert: weil die Luft, die ein sehr dünner Körper ist, den Grad der Wärme den das Thauwetter mitbringt, leichtlich und lange zuvor annimmt, ehe derselbe die dicken Mauern durchdringt, die noch so kalt, oder wohl kälter bleiben, als das Eiß; und weil hiernächst die Luft mit viel Feuchtigkeit und Eißtheilchen, die durch das Thauwetter geschmolzen sind, angefüllet ist. Indem alle diese Tröpfchen oder diese kleinen Wasserblasen sich an die Mauer anlegen, nnd daran nach und nach sich über einander häufen, so machen sie an ihr eine lockere, schwammige Rinde von Eisse, die aus Theilchen, so fast gar nicht zusammenhängen, zusammengesetzet ist, wie zerstossenes Eiß, und die folglich weiß, und dem Schnee sehr ähnlich aussieht. Die langen Fröste werden fast allezeit sehr stark, und haben Zeit genug, den Stein zu durchdringen: es geschieht auch nach dergleichen Frösten, daß man dieses Mehl darauf liegen sieht. Ich habe damit in den Jahren 1729, 1741 u. a. die ganze große Treppe im **Louvre** etliche Tage lang eine Linie, anderthalbe Linie, und an manchen Orten fast 2 Linien dick tapeziert gesehen.

Es ist ein Irrthum, daß man glaubet, diese Art von Schnee käme von einer Feuchtigkeit her, die aus der Mauer hervor dränge. Sie kann nicht heraus dringen; weil die Mauer nicht so kalt ist, als das Eiß, und wohl gar viel kälter, und also die Feuchtigkeit, die darinne seyn kann, nothwendig gefroren seyn muß.

Etwas ähnliches geschieht an dem auswendigen Rande der Eimer von Metalle, von Porcelane, und von Thone, die mit Eisse gefüllet sind, und worinne man das Getränke kalt machet. Es ist ganz mit Wassertröpfchen bedecket, welche machen, daß er unscheinbar wird, und seinen Glanz verliert. Diese Tröpfchen kommen aus der äussern Luft von den Dünsten, welche aus dem Eisse, wenn es zergeht, aufsteigen, und welche sich zuweilen in den Eißgruben, wie ein Rauch mit

Augen sehen lassen. Sie würden an dem Eimer gefrieren, wenn nicht die Dicke des Metalles oder der Erde, und das Wasser von dem schon zergangenen Eisse, solches hinderte, oder noch eher, wenn man mehr Eiß hinein wärfe, oder seine Kälte mit einem Salze vermehrete, wie wir es in dem Abschnitte von dem künstlichen Eisse sagen werden.

## Siebentes Hauptstück.

### Von den krummlinigen Figuren, die man zuweilen bey Thauwetter an den Glasfenstern findet, und die aus lauter Stückchen Eiß bestehen.

Diese Erscheinung ist, im Grunde, mit der vorhergehenden einerley. Sie ist nur in dem Umstande der Figuren davon unterschieden, und dieser Umstand machet auch, meines Erachtens, ihre Erklärung viel schwerer.

Ich habe viel von den sonderbaren Figuren gehöret, die sich bey dem Froste oder auch bey dem Thauwetter an den Glasfenstern formiren. Man hat mich versichert, daß sie in Deutschland, und in denen Ländern und Häusern, wo man stark mit Oefen heitzet, sehr gemein wären; daß man auch hier zuweilen bey Frostwetter sich zur Lust dergleichen gemachet, indem man die Glastafeln angehauchet hätte: und alles dieses, wenn es so unbestimmt vorgetragen wird, scheint mir aus dem, was im vorhergehenden Hauptstücke ist gesaget worden, eben nicht schwer zu begreifen. Die Luft in dem Zimmer ist warm oder temperirt; das Glas ist kalt, und eben so kalt, oder noch kälter, als Eiß, vermöge des Frostes, der draussen ist: und die Dünste, die sich an die inwendige in das Zimmer gekehrte Seite anlegen, gefrieren daran plötzlich. Oder im Gegentheile, wenn es draussen thauet, und die Luft im Zimmer noch sehr kalt ist, wie in dem Falle, von dem wir hier besonders handeln wollen, so wird es die äusse-

re Feuchtigkeit seyn, die sich an die Glastafeln anlegen, und daran gefrieren wird. Alles dieses, sage ich, überhaupt betrachtet, hat keine Schwierigkeit. Aber woher kommen diese Figuren? was sind es für Figuren? uud wenn sie von ungefähr erscheinen, geschieht es währendes Frostes oder bey dem Thauwetter? Hiervon habe ich mich noch nicht zuverläßig und umständlich genung unterrichten können.

Zudem muß diese Erscheinung eine ziemlich seltene Verknüpfung von Umständen erfodern, sie muß nicht so gemein seyn, als man saget, oder das Glück muß mir sehr zuwider gewesen seyn: denn ich habe sie nur zweymal in Paris gesehen, und niemals in Nieder-Languedoc, wo ich mich doch mit den Erscheinungen des Eisses ziemlich beschäftiget habe. Ich hätte mir solche seitdem durch Kunst verschaffen können, und vielleicht auf eine solche Art, die mich von ihrer wahren Ursache könnte belehret haben; ich hatte mir einige Mittel dazu ausgesonnen, aber andere Geschäfte haben mich verhindert, die Hand ans Werk zu legen: eine Entschuldigung, die man mir, deucht mich, zuweilen in der Fortsetzung einer solchen Untersuchung, als die gegenwärtige, die so viel Abtheilungen und Unterabtheilungen in sich fasset, gelten lassen muß.

Ich kann also bey dieser Gelegenheit nichts bessers thun, als daß ich historisch erzähle, wie ich diese Erscheinung gesehen habe, in welchen Umständen ich sie gesehen habe, und zu was für Betrachtungen sie mir Anlaß gegeben hat.

Den 19 Jänner 1729 um halb neun Uhr des Morgens, als der starke und lange anhaltende Frost dieses Jahres aufs höchste gestiegen war, und verschiedene Zeichen seine Endschaft ankündigten, ward ich an den Glastafeln eines der beyden Fenster in dem Sale, wo meine Bücher stehen, wo niemals Feuer gehalten wird, und der gegen Morgen liegt, einen weissen und sehr zarten Staub von Eisse gewahr, der, von nahen betrachtet, spiralweise geschwungene Laubzüge, Ranken, dergleichen man an den Friesen einiger Gebäude, und

und an den Deckenstücken sieht, Blumenzüge, wie die auf gewissen Stoffen, auf dem Damaste, und auf der Flandrischen damastenen Leinwand, vorstellete, doch dieses alles etwas undeutlich und mit diesem Staube untermenget, der den Raum dazwischen einnahm, und oft die Züge unterbrach. Die Erscheinung dauerte ungefähr eine Stunde, und verschwand, wenn ich nicht irre, durch Ausdünsten. Aber den folgenden 20sten des Morgens um eben die Stunde, als ich wieder nach eben dieser Glastafel sah, fand ich daran mit Verwunderung alle diese Figuren besser entwickelt, und diese Ranken besser ausgedrücket, und zwar durch einen gröberen weissen Staub, der nach der Richtung der Züge etwas länglicht war. Diese Züge nahmen sich durch eine wunderwürdige Kühnheit aus. Fünf bis sechs Tafeln waren damit auf ihrer äussern Seite angefüllet; eine derselben zog meine Augen besonders auf sich. Eine Art eines Stammes kam aus einem ihrer Winkel, und zertheilete sich in viele Aeste bis an ihren Rand, über den sie auch hinaus auf die anliegenden Tafeln zu laufen schienen, ob sie gleich durch das Bley der Einfassung unterbrochen wurden, und zu beyden Seiten einen leeren Raum von einer bis zwo Linien liessen.

Nachdem ich diese Erscheinung wohl betrachtet hatte, so war meine erste Sorge, sie so gut, als es mir wegen Kürze der Zeit möglich war, abzuzeichnen: denn der Staub von Eisse fing an zu zergehen, zu fliessen, und an einigen Orten, selbst in dem Bezirke, den ich mir zu meiner Zeichnung ausgesehen hatte, Tropfen zu machen. Man kann einen Theil davon auf der V. Tafel zu Ende dieses Werkes sehen, wobey man sich die kleinen länglichten Striche, woraus die Ranken bestehen, weiß einbilden muß, und so wie sie auf einem durchsichtigen Glase erscheinen müssen, an statt daß sie hier schwarz sind, weil sie mit der Feder sind gemachet worden. Uebrigens ist weder von mir, noch von dem Kupferstecher, der Schönheit und der Mannichfaltigkeit der Natur etwas zugesetzet worden: wir sind vielmehr weit davon

ent-

entfernet geblieben. Dieses Fenster ist nicht doppelt, und die Tafeln sind ungefähr 6½ Zoll hoch und 5½ breit.

Ich schreite nun zur andern Wahrnehmung.

Umsonst war ich in den folgenden Jahren auf jeden Frost, und auf jedes Thauwetter aufmerksam; es war nichts dergleichen wieder an meinen Fenstern zu sehen, bis in dem Jänner 1743, da ich nach einem Froste von vielen Tagen, und als das Wetter aufgieng, solche Figuren an den Tafeln eben desselben Fensters gewahr ward. Aber zum Unglücke waren auf derjenigen Tafel, die ich vor allen andern abgezeichnet hatte, die wenigsten, und es war mir nicht möglich, deutlich zu sehen, ob es dieselben oder andere und anders gesetzte Figuren waren. Indessen war ich doch gewiß, daß keine andere Tafeln waren eingesetzet worden. Indem ich aber die Erscheinung hier ansah, so ward mir gesaget, daß dergleichen auch an dem einen Rahmen des Fensters in meinem Wohnzimmer, in der entgegengesetzten Mauer gegen Abend, zu sehen wäre. Vier Tafeln dieses Fensters, welches doppelt ist, an welchem aber nur der eine, und zwar der äussere, Rahmen den Morgen über und bis diesen Augenblick zugeblieben war, fand ich mit dergleichen Blumenwerke gezieret, absonderlich um die Mitte des kleinen hölzernen Kreuzes, welches zwischen ihnen war; denn sie waren nach einem Quadrate gesetzet. Doch nahm sich die unterste, die nächst an der Mauer des Fensters gegen Mitternacht war, von den andern durch einen Stamm aus, der bey einem ihrer Winkel hervor kam, und dem in der ersten Wahrnehmung sehr ähnlich war; er entwickelte sich aber in eine grössere Anzahl von Aesten, da die Tafeln dieses Fensters grösser waren, als die in dem Fenster des Sales, und jede ungefähr 9 Zoll Höhe und 7½ Zoll Breite hatte. Ich zeichnete sie auch ab: aber es ist unnöthig diese Zeichnung hier beyzubringen; die erste ist uns genug.

Es ist hier nicht mehr die winkelmäßige Stellung der Eißfaden, die Bestrebung sich unter einem ganz kenntlichen Winkel, unter einem Winkel von 60 oder von 120 Grad zusammenzufügen, von der wir in dem ersten Abschnitte dieses Theiles so viel Beyspiele gehabt haben. Es sind hier punctirte Zirkel, derer immer einer um den andern herum geht, als wenn sie Wirbel von Staube vorstellen sollten; es sind Schneckenlinien, und Linien mit Wendungspuncten: und dergleichen Richtungen hat man noch zur Zeit weder in den Theilchen des gefrierenden Wassers, noch in den anschiessenden Salzen entdecket. Denn ich muß, da ich der Salze gedenke, erinnern, daß auf dem Fenster meines Sales oftmals, und seit kurzen erst, Urin gewesen war, wovon wohl einige Theilchen in die Höhe bis zu denen Fenstertafeln hätten steigen können, auf welchen sich diese Figuren zeigeten, und welche nur einen bis zween Fuß hoch über dem Sohlstücke des Fensters waren. Allein wenn Urin, und mit Urin gemischtes Wasser gefrieren, entstehen wohl daraus jemals andere, als geradlinige, und winklige Figuren, ja die es noch deutlicher sind, als die vom lauterem Wasser? Dieses haben wir zur Genüge an seinem Orte gesaget, und den Augen auf der III. Tafel vorgestellet. Ich geschweige, daß man in Ansehung des Fensters in dem Zimmer, welches ich seit 20 Jahren bewohnet hatte, als ich diese Erscheinung zum andernmale sah, nichts dergleichen einwenden kann.

Man muß demnach seine Zuflucht zu einem ganz anderen Grunde nehmen, als zu dem ordentlichen Gefrieren und Anschiessen; und dieser Grund hat, meines Erachtens mit der gefrorenen, oder angeschossenen Materie gar keine Verwandtschaft.

Könnten nicht die verschiedenen Bewegungen, die der Glasmacher dem Spatel oder dem langen Eisen giebt, womit er das Glasmetall rühret, ehe er es bläst und platt machet, in der Materie des Glases verschiedene Faden hervorbringen, welche nach den Richtungen dieser Bewegungen lägen;

lägen; und könnte nicht diese Lage, welche die ungefähre Herumführung des Eisens zur Ursache hätte, hinwiederum die wahre Ursache der krummlinigen Figuren seyn, welche auf dem Glase durch den Staub von Eisse gemachet werden? Das was die Glasschleifer **Wirbel** nennen, kömmt vermuthlich von nichts anderem her, wenn eine mehr oder weniger geschwinde Abkühlung des Glasmetalles dieselben sichtbar machet. Zuweilen kann man sie mit bloßen Augen in den grossen Augengläsern der Ferngläser nicht sehen; man wird sie aber mehr als zu sehr gewahr, wenn man durchsieht. Sie brechen das Licht ganz anders und ändern folglich die Figur und den scheinbaren Ort des leuchtenden Punctes oder des Sternes, nach welchem man sieht. Könnten sie also nicht auch den Lauf der subtilen Materie, die das Glas durchdringt, ändern, und die Körperchen des Eisses, welche von ihr nicht weniger durchdrungen werden, zwingen, eben dem Laufe zu folgen?

Das war meine erste Muthmaßung. Die andere, welche hier folget, schließt zwar die erste nicht aus, aber doch halte ich sie für die beste, so lange bis ich von dieser Sache etwas mehr werde gelernet haben.

Allerley Gedanken die mir beyfielen, indem ich dieser Erscheinung nachdachte, veranlasseten mich, die Augen auf ein Ausgabebuch für die Handwerksleute, die mir arbeiten, zu werfen; und ich fand darinne, daß ich zu Ende des vorhergehenden Herbstes, ungefähr zween Monate von meiner ersten Wahrnehmung im Jänner 1729, meine Fenster hatte scheuern lassen, und wiederum fast eben so lange vor der andern Wahrnehmung im Jänner 1743, ohne daß innerhalb dieser Zeit etwas an meinen Fenstern wäre gemachet worden. Hierbey besann ich mich auf die Art und Weise, wie die Glaser die Fenster zu scheuern pflegen, indem sie solche auf einen Tisch legen, feinen Sand, und ein wenig Wasser darauf thun, und mit einem leinenen Hader, oder anderen Lappen darauf herumfahren. Alle die Wendungen, die der

Glaser alsdenn seiner Hand auf dem Glase giebt, schienen mir denjenigen vollkommen ähnlich, welche der Staub von Eisse auf den Glastafeln in dem Falle unsrer Erscheinung vorstellet: und man sieht zur Genüge, daß daher Figuren kommen können, die zuweilen dem Auge sehr angenehm, allemal aber sehr kühn, und denen auf der V. Tafel ganz ähnlich seyn werden. Denn es ist nicht möglich, daß nicht der Sand, wenn er auf dem bloßen Glase herumgeführet, und oft stark dawieder gedrücket wird, Spuren und Furchen darauf lassen sollte, die, wenn sie auch nicht sichtbar sind, doch ihre physicalische Wirklichkeit haben. In diese in Ansehung der unendlich kleinen Theilchen des Wassers und der Dünste tiefe Rinnen leget sich der Staub von Eisse, und machet sie durch seine Weisse, durch seine Undurchsichtigkeit, oder durch seine ungleiche Stralenbrechung kenntlich. Aber mit der Zeit werden diese Rinnen, diese Furchen mit Staube, oder mit dem Schlamme, der sich von dem Regenwasser oder der Feuchtigkeit der Häuser darinne setzet, angefüllet: und deswegen glaube ich, daß, unter einerley übrigen Umständen, diese Erscheinung auf denen Glasfenstern, die unlängst erst gescheuert worden sind, öfter vorkömmt, als auf denen, die seit langer Zeit, oder noch gar nicht, sind gescheuert worden. Eine neue Materie zu Versuchen, die in denen Ländern, wo man oft lange und harte Fröste hat, nicht schwer fallen können.

Von den beyden Ursachen, die ich für diese Erscheinung angegeben habe, kann oft eine der anderen überlegen seyn, oder eine kann sich mit der andern verbinden, so wie auch der doppelte Eindruck des Sandes, womit man die beyden Seiten des Glases gerieben hat: und wenn ich nicht sehr irre, so ist das der Fall von gewissen wunderlichen und abgeschnittenen Figuren, daraus man nicht weis was man machen soll, und die man zuweilen an den Glasfenstern wahrnimmt, wie ich denn selbst dergleichen auf einigen Tafeln um die andern wohl ausgebildeten Figuren herum gesehen habe.

Es findt sich in unsern alten Mémoires (*) eine Erscheinung, die mit der gegenwärtigen einige Aehnlichkeit hat, da die Salze von Spießglase, worauf Wasser gegossen war, nicht nur dergleichen Figuren an dem inneren Rande einer viereckigen Flasche beschrieben, sondern auch die Züge dieser Figuren so gar in das Glas merklich tief eingegraben haben (†); welches man dem bloßen Anschiessen dieses Minerales nicht zuschreiben kann, als wovon die Crystalle allemal wie sehr gerade Nadeln gesetzt sind, und in keinem Falle dergleichen Figuren geben.

* * * * * * * * * * * * * * * * *

# Fünfter Abschnitt.

## Von dem durch Salze gemachten künstlichen Eisse.

Dieses könnte eine Materie zu einem großen und schönen chymischen Werke seyn. Die Salze von allen Arten, die sauern, die alkalischen, die feuerbeständigen, die flüchtigen, die natürlichen und die künstlichen, ihre verschiedenen Präparate, die Geister, die man aus ihnen bekömt, sind lauter solche Wesen, die das Wasser, wenn sie darunter gemischet werden, mehr oder weniger erkälten, das Eiß schmelzen, und dasjenige Gemenge formiren, womit man Wasser,

(*) Mém. de l' Acad. Tome X. p. 403. vom Herrn Homberg.

(†) Dieses ist in der angezogenen Stelle nicht zu finden: sondern man liest daselbst im Gegentheile ausdrücklich, daß diese Laubzüge nur in einem gelblichten Häutchen, womit der inwendige Rand der Flasche ist überzogen gewesen, eingegraben gewesen sind; und dieses Häutchen ist nach Hombergs Muthmaßung von dem Schlamme entstanden, der allezeit von dem Regenwasser abgesondert wird, wenn es eine lange Zeit gestanden hat. U.

Wasser, welches man zu Eisse machen will, umgiebt; und das Gefrieren, das sie verursachen, muß in der Stärke und Geschwindigkeit so sehr verschieden seyn, so sehr ihre Eigenschaften selbst, oder die Mengen, in welchen man sie dazu nimmt, verschieden sind. In einem so weiten Umfange kann und darf ich das künstliche Gefrieren nicht abhandeln: Dieser weite Umfang nöthiget mich vielmehr, mich in enge Schranken zu ziehen. Ich werde bey Erklärung des künstlichen Gefrierens nur von einer kleinen Anzahl der bekanntesten Salze reden, wie uns solche die Natur oder die gemeine Zubereitung giebt. Ich werde mich fast gänzlich mit dem begnügen, was ich davon in den ersten Ausgaben gesaget habe: und mir dünket, daß ich damit die Absicht genugsam erreichen werde, die ich bey der gegenwärtigen habe.

# Erstes Hauptstück.

## Daß die Salze das Gefrieren des Wassers nicht anders verursachen, als indem sie das Eiß, welches um das Wasser herumgeleget wird, schmelzen. Versuche von diesem Schmelzen.

An sich selbst und unter einerley Umständen sind die Salze nicht kälter als das Eiß. Sind sie von der Luft oder von einem andern festen oder flüßigen Körper umgeben, der sie nicht auflößt, noch von ihnen angegriffen wird: so nehmen sie, wie die meisten der übrigen Körper, beynahe die Temperatur, den Grad der Wärme oder Kälte des umliegenden Raumes oder der anliegenden Körper an. Also könnten gestossenes Eiß und zerriebenes Salz, unter einander gemenget, durch das bloße neben einander liegen oder die bloße Berührung ihrer nicht aufgelöseten Theile, unmöglich ein Ganzes machen, das empfindlich kälter wäre, als das Eiß; und folglich würde von diesem Ganzen,

von diesem Gemenge aus Salze und Eisse, das Wasser in dem Gefässe, welches damit umleget wird, so wenig gefrieren können, als von dem bloßen Eisse. Es muß demnach an der beyderseitigen Auflösung und Zerschmelzung des Eisses und der Salze liegen, daß die mit Eisse vermischten Salze das Gefrieren des Wassers bewerkstelligen oder beschleunigen.

Man hat in dem ersten Theile dieses Werkes (*) gesehen, wie die salzigen Theilchen, die in der Luft zerstreuet, oder mit feuchter Erde vermenget sind, dieselbe erkälten, und das Gefrieren der Flüsse und der Seen verursachen können. Hier haben wir ganz verschiedene, und dem Scheine nach ganz entgegengesetzte Wirkungen.

Die Salze schmelzen das Eiß, unter welches sie gemenget werden, sehr bald; wird das mit ihnen vermengete Eiß um eine Flasche voll Wasser geleget, so gefrieret davon das Wasser; werden sie unter Wasser gemischet, so verhindern sie, daß es nicht so leicht gefrieret, ob sie es gleich viel kälter machen.

Die erste dieser Erscheinungen ist die vornehmste, und aus ihr fliessen, meines Erachtens, die Erklärungen aller der übrigen, ich meyne diese, daß die Salze das Schmelzen des Eisses befördern.

Vor allen Dingen wollen wir uns von der Sache selbst gewiß machen. Denn da man ordentlich das Eiß zerstößt, das man zu den Versuchen mit den Salzen brauchen will, da man es manchmal mit den Händen angreift, und da es vielleicht binnen der Zeit einer warmen Luft oder dem Athem und der Ausdünstung des Leibes derjenigen, die damit handthieren, ausgesetzet ist; so könnte man wohl die Hurtigkeit seines Schmelzens vielmehr einem dieser Umstände, als der Kraft der Salze beymessen.

Ich habe von einerley Eisse vier Stücke genommen, die in der Größe und Figur einander fast gleich waren; jedes



(*) Im achten Hauptstücke.

war ungefähr einen Cubic-Zoll groß. Ich habe sie alle in großer Kälte währendes Frostes wohl trocknen lassen; hernach habe ich das eine dieser Eißstücke mit recht trockenem und klar zerriebenem Kochsalze dergestalt bestreuet, daß es damit um und um wie mit einer Rinde bedecket war. Auf gleiche Weise habe ich zwey andere Stücke, eines mit Salpeter, das andere mit Salmiak, bestreuet, und das vierte habe ich bloß gelassen.

Um das Salz auf die drey ersten zu schütten, habe ich mich eines Stückes Eiß bedienet, welches ich mit eisernen Zangen anfassete; damit ich ihr Schmelzen keiner andern Ursache, als den Salzen, zuschreiben könnte; Und ob ich gleich dieses alles in großer Kälte, und mit vieler Sorgfalt gethan habe, so habe ich doch wahrgenommen, daß die Spitzen, die Kanten, und die Ecken des Stückes Eiß, dessen ich mich an statt einer Schaufel bedienete, schon ganz geschmolzen waren.

Die vier Stücke Eiß habe ich in diesem Zustande auf einem Gitter oder Netze von Garne in eine Stube getragen, in welcher ich die Luft in dem Grade der Wärme in den Kellern des Observatoriens, das ist, auf dem 54 Grad der Wärme an dem (*) Amontonsischen Thermometer, unterhielt; und zugleich habe ich gemerket, welche Zeit es an einer Pendel-Uhr war.

Dieser Versuch ist dreymahl wiederholet worden. Der Erfolg und die mittleren Zeiten des dreyfachen Schmelzens dieser vier Stücke Eiß sind folgende gewesen:

Das Stück, welches mit Kochsalze umwickelt war, ist allezeit in weniger als einer Stunde zerschmolzen.

Das Stück mit Salmiak, fünf bis sechs Minuten hernach. Das

(*) Oder auf dem zehnten Grade an dem Thermometer des Herrn von Reaumür, welches damals noch nicht bekannt war; denn es ist erst 1730 bekannt geworden, und diese Versuche habe 1716 gemachet.

Das mit Salpeter hat fast 2 Stunden zum Zerschmelzen gebrauchet.

Und das bloße Stück Eiß hat allemal länger als $5\frac{1}{2}$ Stunde gedauert.

Woraus klar ist, daß die Salze das Schmelzen des Eisses beschleunigen. Ja man sieht auch wohl, daß es so seyn muß, wenn man die Gestalt der salzigen Körperchen erweget. Denn ihre Spitzen sind wie lauter Keile, welche die Bestandtheile des gefrorenen Wassers aus einander treiben. Sie erschüttern wenigstens dieselben durch ihren Stoß, wenn sie auch keine Oeffnung zwischen zween finden können, sie trennen die Reihen, worinne sie hart an einander lagen, und thun in einem Augenblicke, was eine ziemlich große Wärme in einer ansehnlichen Zeit nicht würde haben thun können. Das machet, weil die Wärme nur durch Luft und subtile Materie wirket, oder, genauer zu reden, weil die Wärme nichts anders ist, als eine bewegte subtile Materie mit einer Luft, welcher sie einen Theil ihrer Bewegung mitgetheilet hat. Nun ist, in Vergleichung mit den salzigen Körperchen, die subtile Materie unendlich dünne und flüßig, und die Theilchen der Luft sind, wie wir oben angemerket haben, viel leichter als die Theilchen des Wassers, und folglich auch als die Theilchen der Salze, welche schwerer sind als Wasser. Also kann die subtile Materie mit Hülfe der Luft die Theile des Eisses durch ihren Stoß nicht so bald erschüttern, zerreissen, trennen und fliessend machen, als mit Hülfe der salzigen Körperchen, derer Figur ausserdem zu dieser Wirkung sehr geschickt ist, selbst bey gewissen Körpern, die viel härter sind, als das Eiß, ich meyne die Metalle, von denen bekannt ist, daß sie ordentlich durch nichts anders, als durch Salze, aufgelöset werden.

# Zweytes Hauptstück.

## Entstehung des künstlichen Eisses.

Nunmehr wollen wir die Verknüpfung sehen, die zwischen der vorhergehenden Eigenschaft der Salze und dem Gefrieren ist, dazu sie das Wasser bringen, wann sie unter Eiß oder Schnee gemenget, und um eine Flasche voll Wasser herumgeleget worden.

Wenn man das Wasser, das man zu Eisse machen will, in eine Flasche gegossen hat, so setzet man sie in ein Gefäß, dessen Innhalt und Figur sich hierzu schicket, und worinne zerstossenes Eiß oder Schnee, mit Salze vermenget, liegt, so daß die Flasche ganz damit umgeben ist: oder wenn man will, so kann man auch zuerst die Flasche in das Gefäß setzen, und den übrigen Raum hernach mit Salze und Eisse erfüllen.

Wenn die Salze, indem sie das Eiß schmelzen, seine Kälte auf eine Minute vermehren, das ist, wenn sie die Bewegung und die ausdehnende Kraft der subtilen Materie in seinen Zwischenräumchen schwächen, so hat es keine Schwierigkeit, sie müssen binnen dieser Zeit das Gefrieren des fliessenden Körpers, welcher mit diesem Gemenge von Salze und Eisse umgeben ist, wirken und beschleunigen. Denn die subtile Materie, die in dem Fliessenden ist, und seine ganze Flüßigkeit machet, muß es verlassen, und sich zum Theile in die Stelle derjenigen begeben, die wegen ihrer Schwächnng ihr nicht widerstehen, noch das Gleichgewicht mehr halten kann. Nun ist es aber offenbar, daß die Salze diese Wirkung haben müssen, weil sie die Theilchen des Eisses, die hart an einander lagen, hurtig aus einander treiben, und dadurch der in ihnen befindlichen subtilen Materie Gelegenheit machen sich mehr auszudehnen. Ueberdieses ist die Sache durch die Erfahrung ausgemachet. Denn wenn man die Kugel eines Thermometers mit Weingeiste in reines Eiß oder

Schnee hält, bis der Weingeist die Kälte des Eisses oder Schnees an sich genommen hat, und man hernach, so bald man ein Salz, zum Exempel Salmiak, darunter gethan hat, das Thermometer wieder hinein bringt, so wird man den Weingeist fast plötzlich viel tiefer fallen sehen, als er zuvor gestanden hatte, ehe dieses Gemenge war gemachet worden. Die Wirkung ist oft im Schnee merklicher als im Eisse, weil sich die Salze dem Schnee geschwinder einverleiben, und er das Glas des Thermometers genauer umgiebt. Also muß, vermöge der Zusammensetzung fliessender Körper, die subtile Materie aus dem Wasser, welches ganz nahe bey einem so zerschmolzenen Eisse steht, herausfahren, und sich auf die neuen Wege begeben die ihm sind gemachet worden, und auf denen es in seiner Bewegung weniger Widerstand findet, als in den Zwischenräumchen des fliessenden Körpers, den sie verläßt: und nach der Theorie von der Entstehung des Eisses muß auf diese Ergiessung der inneren subtilen Materie das Gefrieren des Wassers oder des andern fliessenden Körpers folgen.

## Drittes Hauptstück.

### Worinne das künstliche Eiß von dem ordentlichen unterschieden ist.

Das künstliche Eiß ist demjenigen ganz ähnlich, welches ohne Zuthun der Kunst durch eine sehr schleunige und sehr heftige Kälte entsteht, ausgenommen daß seine Luftblasen meistentheils eine länglichte und conische Figur annehmen, und daß seine ersten Faden kurz, einförmig, dicht beysammen, und fast allemal perpendikelär an den Rand des Gefässes angesetzt sind. Diesen Unterschied habe ich sonderlich gemerket, wenn ich Wasser in runden Bechergläsern durch Hülfe des Eisses und des Kochsalzes, Salpeters, oder Salmiakes habe gefrieren lassen.

Die ersten Faden des Eisses, und die Luftblasen mit ihren der Axe des Bechers zugekehrten Spitzen, zeigen augenscheinlich den schnellen Lauf und die schnelle Ergiessung der subtilen Materie von der Axe nach der Fläche, das ist, nach dem Gemenge von Eisse und Salze, mit welchem das Gefässe umgeben ist, und nach welchem die innere subtile Materie desto geschwinder und häufiger zufließt und sich zuwendet, je mehr sie Platz darinne findet, und je mehr die neuen Räumchen, die darinne durch die schleunige Trennung der Theile des Eisses entstanden sind, die Wirkung ihrer ausdehnenden Kraft erleichtern. Die besondere und länglichte Figur der Luftblasen in dem so gemachten Eisse kömmt von nichts anderem her, als theils von der Hurtigkeit, womit sie von der Fläche gegen die Axe sind getrieben worden, und theils davon, daß die Theilchen des Wassers, zwischen denen sie sich zusammengedrückt befinden, hart und unbiegsam geworden sind, ehe diese kleinen Häufchen Luft ihre kugelrunde Figur haben wieder erlangen können.

Die Geschwindigkeit dieses künstlichen Gefrierens ist auch die Ursache, warum man oft Mühe hat, die ersten Faden des Eisses zu unterscheiden, weil sie so einförmig und so nahe bey einander sind, daß sie an dem innern Rande des Gefässes, worinne das Wasser ist, in einem Augenblicke eine Art einer Krone formiren, und weil das Wasser in dem Gefässe mit seinem Rande parallel gefriert, fast so wie die geschmolzenen Metalle, wenn sie wieder kalt werden, bis endlich die Verhärtung zum Mittelpuncte oder zu der Axe gelanget.

Diese Sonderheiten des künstlichen Eisses stossen dasjenige keinesweges um, was wir von den ersten Faden des ordentlichen Eisses, und von der Schiefe, unter welcher sie sich an einander selbst und an die ihnen ähnlichen Materien anzuhenken suchen, gesaget haben. Denn es ist hier augenscheinlich nur eine fremde Kraft, eine ihrer natürlichen Bestrebung überlegene Kraft, welche sie zu einer Richtigkeit zwingt, die

dem Rande des Gefässes, um welches sich dieselbe Kraft äussert, perpendikelär ist.

Uebrigens habe ich weder in dem Geschmacke, noch in den andern sinnlichen Beschaffenheiten des künstlichen Eisses etwas bemerket, dadurch es sich von dem ordentlichen Eisse unterschiede. Das beissende, was einige darinne durch Mittheilung der dazu gebrauchten Salze wollen wahrgenommen haben, und woraus sie geurtheilet haben, daß wegen dieses Umstandes das künstliche Eiß ungesund seyn könnte, rühret, meines Erachtens, nur von einem Betruge her, den ich schon angezeiget, als ich von dem Geschmacke des Eisses überhaupt geredet habe (*); und mir ist es nicht im geringsten wahrscheinlich, daß das Gemenge von Salze und Eisse bis zu dem Wasser, das man gefrieren läßt, dringen könnte, wenn die Gefässe, darinnen es ist, von einer dichten Materie, als von Metalle, und vornämlich, von Glase sind. Weil aber diese Sache wichtig ist, so muß ich noch ein paar Worte von den Gründen meiner Meynung sagen.

Es ist ein Satz, der insgemein angenommen wird, und sich auf verschiedene chymische Erfahrungen gründet, daß die Bestandtheile der Salze gröber sind, als die Bestandtheile des Wassers. Herr Lemery hielt auch dafür, daß diese Theile, bey den Auflösungen der Salze im Wasser, sich nicht in seine Zwischenräumchen ziehen könnten, und das bewies er mit folgendem Versuche (**). Er goß Wasser in eine gläserne Röhre bis zu einer gewissen Höhe, die er bemerkete; er warf hernach so viel Salz darein, als das Wasser auflösen konnte. Das Wasser stieg alsbald um einen so großen Raum, als das zu Boden gefallene Salz einnahm; er bemerkete an der Röhre den Ort, zu welchem das Wasser gestiegen war, und wenn nun das Salz alle zergangen war, so fand er die Oberfläche des Wassers noch auf eben dem Merkmale stehen; welches nicht hätte seyn können, wenn sich



(*) Oben im sechsten Hauptstücke des dritten Abschnittes.
(**) Mém. de l'Acad. 1716. p. 166.

das Salz alle oder zum Theile in die Zwischenräumchen des Wassers verstecket hätte.

Tausend Erfahrungen beweisen hiernächst die äusserste Kleinigkeit der Bestandtheile des Wassers. Herr **Nieuwentyt**, der hierüber viele Wahrnehmungen angestellet, und aus den Dünsten, die aus einer Dampfkugel fahren, eine Rechnung gemachet hat, beweist, daß auf die schärfste Spitze einer Nadel mehr als 13000 solche Theile gehen könnten (†).

Aber so klein auch diese Bestandtheile des Wassers seyn mögen, so ist es doch nicht weniger gewiß, daß sie durch die Oeffnungen des Glases nicht kommen können. Man hat befunden, daß eine Flasche voll Wasser, die hundert und funfzig Jahre gestanden hatte, noch eben so viel Wasser in sich gehabt hat, als man zuvor hineingegossen hatte (*)

Können nun die Bestandtheile des Wassers, die viel kleiner sind, als die Bestandtheile der Salze, das Glas nicht durchdringen, wie könnten die Salze hindurchkommen? Es ist mir nicht unbekannt, daß es eine flüßige Materie geben kann, die für sich selbst durch gewisse Körper nicht zu dringen vermag, aber mit Hülfe eines Fliessenden, womit sie vermischt wird, hindurchkommen kann. So dringt die Luft mit dem Wasser durch gewisse Häute, welche sie allein nicht durchlassen: weil man das durchgedruckte Wasser noch eben so voll Luft findet, als es zuvor gewesen ist. Allein weder die Art und Weise, auf welche die Luft in fliessenden Körpern (†*) eingeschlossen ist, noch die Grobheit, Festigkeit, Starrheit und Figur, welche den Salzen beständig zugeschrieben werden, verstatten hieraus auf dem gegenwärtigen Fall zu schliessen.

Es sind also nur die metallischen Materien, als weis Blech, Kupfer, Silber, und dergleichen übrig, in denen man das

(†) L'existence de Dieu demontrée par les merveilles de la Nature, p. 500.

(*) *Musschenbroek* Essai de Physique, p. 425.

(†*) Wovon in der Mitte des fünften Hauptstückes des ersten Abschnittes nachzusehen ist.

das künstliche Eiß machet; und es ist wahr, man hält dafür, daß das Wasser durch die Metalle dringe. Man schließt dieses aus dem berüchtigten Florentinischen Versuche, in welchem eine mit Wasser erfüllete hohle Kugel von Golde, als man mit dem Hammer auf sie schlug, das Wasser in unendlich vielen Pünctchen durchließ. Allein ausserdem daß man zweifeln könnte, ob nicht durch die Schläge darinne viel kleine unmerkliche Ritze entstanden sind, was ist wohl in dem bloßen Legen eines Gemenges von Salze und Eisse um ein Gefäß, mit der ungemessenen Kraft des Schlages zu vergleichen? Und wenn das Wasser durch das Metall hindurch könnte, würde denn daraus folgen, daß auch die Theilchen der Salze hindurch kämen?

Alle diese Gründe überreden mich, daß das künstliche Eiß, wie es insgemein gemacht wird, im geringsten nichts von denen Salzen, welche man dazu brauchet, annimmt.

## Viertes Hauptstück.

### Von dem künstlichen Aufthauen, oder von der Art und Weise, wie man die Früchte und die Glieder, die gefroren waren, wieder aufthauet.

Wenn man, an statt das Wasser in die Flasche zu giessen, und das Gemenge von Salze und Eisse um sie herum zu legen, die Flasche mit Salze und Eisse füllete, und sie also in das Wasser setzete, so ist klar, und kann man sich leicht davon überführen, daß ein Theil des Wassers in dem Gefässe um die Flasche herum gefrieren würde.

Eben dieses nun geschieht, indem man Früchte in mäßig kaltem Wasser, oder auch im Schnee an einem so warmen Orte, daß er daselbst schmelzen kann, aufthauet. Denn es entsteht sehr schleunig auf ihrer Schale eine harte und durch-

sichtige

sichtige Rinde vom Eisse, die nach der Größe und Beschaffenheit der Früchte mehr oder weniger dick ist.

Die Früchte halten so wohl als die Bäume und die Pflanzen, an denen sie wachsen, ein wesentliches und flüchtiges Salz in sich, daß mit ihrem Safte innigst vermischet ist; so daß, wenn ein mäßig kaltes Wasser, oder zerschmolzener Schnee, diesen Saft aufthauet, der von einer strengen Kälte gestanden war, die Salze darinne wieder in Bewegung, und in Stand kommen, das Schmelzen desselben zu beschleunigen. Die umliegende subtile Materie, die sich allezeit nach der Gegend lenket, wo sie weniger Widerstand antrift, fährt zu, die Oeffnungen, so sie darinne machen, zu erfüllen, und verläßt das Wasser, welches die Schale, die an statt der Flasche ist, berühret und umgiebt; und diese Ergiessung der in dem Wasser befindlichen subtilen Materie machet, daß es gefriert.

Was ich jetzo von den Früchten gesaget, und oftmals selbst versuchet habe, das geht auch mit den Eyern und mit dem Fleische der Thiere an, worinnen die Salze so häufig sind, als in den Früchten. Man weis auch in Rußland, und in denen Ländern, wo man oft das Unglück hat, sich einen Theil des Leibes zu erfrieren, oder äusserst zu erkälten, sehr wohl, daß kein besser Mittel ist, in diesem Unfalle sich zu helfen, dem heissen Brande vorzubeugen, und den erfrorenen Theil wieder zurecht zu bringen, als ihn in kaltes Wasser, oder in Schnee zu stecken, und ihn darinne zu lassen, bis das Blut allmälich in ihm wieder einen freyen Umlauf erlanget hat. Vermittelst dieser Anwendung des Schnees erhielt man dem Könige von England, Jacob I, als er in Norwegen war, einen Finger und ein Ohr (*). Das Uebel läßt sich nur bey dem Gebrauche des Mittels empfinden, und da machet es sehr große Schmerzen.

Fünftes

(*) J. *Barclaii*, Euphormionis Lusinini, Satyricon. part. 4. cap. 8. Man sehe auch hiervon *Isr. Conradum* de Frigoris natura & effectu. *Th. Bartholin.* de nivis usu medico. cap. 29. &c.

# Fünftes Hauptstück.

## Von der unterschiedenen Kraft verschiedener Salze, das künstliche Gefrieren zu befördern.

Weil die Salze in das Wasser, welches man zu Eisse machen will, nicht anders wirken, als indem sie das Eiß, unter welches sie gemenget sind, und welches um das Gefäß voll Wasser herumgeleget ist, schmelzen, so ist es natürlich zu erachten, und die Erfahrung bestätiget es auch, daß die Salze desto mehr Kraft oder Wirksamkeit haben müssen, das Wasser zu Eisse zu machen, je geschwinder sie das Eiß schmelzen können.

Wir haben oben (*) gesehen, daß das Kochsalz unter allen am geschwindesten das Eiß schmelze, hernach der Salmiak, und endlich der Salpeter. In diese Ordnung wollen wir diese Salze, in Ansehung ihrer Kraft das künstliche Eiß zu machen, setzen.

Aber in was könnte diese Kraft sonst bestehen als in der Erkältung, welche sie in dem zerstossenen Eisse, womit sie vermischet sind, machen, indem sie es schmelzen? Ich sehe keine nähere Ursache davon.

Nun sind die Unterschiede zwischen den Erkältungen, welche von diesen mit Eisse vermischten Salzen entstehen, oder welche die durchs Schmelzen daraus entstandenen Gemenge von Wasser und Eisse leiden, wenn von diesen verschiedenen Salzen ein Theil mit zween Theilen Eisse vermenget wird, nach Anzeigung des Thermometers, dessen Kugel darein ist gesetzet worden, in eben den Verhältnissen, wie die Zahlen 15, $12\frac{2}{3}$, und $3\frac{1}{2}$ (†). Das ist, der Weingeist des Ther-

(*) Zu Ende des I. Hauptstückes in gegenwärtigem Abschnitte.

(†) Vermöge der Versuche des Herrn von Reaumür. Mém. de 1734.

Thermometers ist in dem Gemenge von Eisse und Kochsalze 15 Grad tiefer gefallen, als in dem reinen Eisse, in dem Gemenge von Eisse und Salmiake nur $12\frac{2}{3}$ Grad, und in dem Eisse und Salpeter $3\frac{1}{2}$.

Hierbey kann man anmerken, daß die Verhältniß der Kräfte des Kochsalzes und des Salmiaks, womit sie diese Erkältung zuwege bringen, fast gänzlich einerley mit derjenigen, die wir oben für ihre Kräfte, das Eiß zu schmelzen, gegeben (†), und schon 1716 gefunden haben: es ist die umgekehrte Verhältniß der Zeiten. Denn wenn man zum Exempel 55 Minuten auf das Schmelzen des mit Kochsalze umgebenen Eisstückes, und 65 auf das Schmelzen des mit Salmiake überzogenen Stückes rechnet, so wird man finden, daß diese beyden Zahlen sich gegen einander verhalten, wie 15 gegen $12\frac{9}{13}$, welches von $12\frac{2}{3}$, nur um $\frac{1}{49}$ unterschieden ist. Ich gestehe es, weil ich nicht genauer ausgedrücket, was ich unter **weniger als einer Stunde** verstanden habe, in welcher Zeit das Stück Eiß von dem Kochsalze geschmolzen ist, so muß ich hier die Zahl der 55 Minuten nur nach Gutdünken setzen. Jedoch da es nicht wahrscheinlich ist, daß dieses **weniger** etwas anders, als etliche Minuten, 3, 4, 5 bis 6, hat bedeuten sollen, und da ich mich gleich darauf eben dieses **bey nahe** von 5 bis 6 Minuten, für das Schmelzen des Stückes Eiß, das mit Salmiake überzogen war, bediene; da, sage ich, keine Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, daß dieser Ausdruck etwas mehr hat bedeuten sollen, so wird man allezeit 12 bis 13 für das andere Glied der Verhältniß finden, welches die Kraft des Salmiaks ausdrücket. Dieses ist genug, die Zusammenstimmung dieses alten Versuches mit der neuen Bestimmung der Kräfte dieser beyden Salze, und die Proportion zwischen diesen Kräften und den Geschwindigkeiten des Schmelzens zu zeigen.

Anders

(†) Zu Ende des ersten Hauptstückes in diesem fünften Abschnitte.

Anders aber ist es mit dem Salpeter. Seine wenige Behendigkeit, oder vielmehr seine Langsamkeit in dem Schmelzen des Eisses, würde doch noch ungefähr 7 für seine Kraft geben, an statt daß nach den oben angeführten Versuchen nur 3 ½ darauf kommen. Allein es ist auch hierbey eine Vergeltung wahrzunehmen, welche in der Hurtigkeit besteht, womit der Salpeter seine Wirkung vor dem Kochsalze und dem Salmiake thut. Denn ich finde durch eben diese Versuche, die ich mit einer Aufmerksamkeit, und bey einer Musse, die ich nicht habe vergessen können, angestellet habe, daß es zwey sehr unterschiedene Dinge sind, und in denen keinesweges einerley Ordnung ist, die Kraft oder Wirksamkeit der Salze in dem künstlichen Gefrieren, welche durch den Grad der Erkältuug gemessen wird, und die Geschwindigkeit oder die Langsamkeit dieses Gefrierens. Der Salmiak, welcher das Eiß allemal eher schmelzet als der Salpeter, und etwas später als das Kochsalz, schien mir allezeit am geschwindesten das künstliche Gefrieren zu wege zu bringen, nach ihm der Salpeter. Und das Kochsalz, von welchem das Eiß am hurtigsten schmilzt, und welches darinne die größte Erkältung machet, war unter allen das langsamste in Hervorbringung des künstlichen Eisses. Dieses Salz ist sehr derb, seine Bestandtheile haben wahrscheinlich viel Mühe sich von einander zu scheiden: aber wenn sie einmal von einander geschieden sind, und die Theile des Eisses durchdrungen haben, so wirken sie darinne stärker als alle die übrigen Salze.

Der ordentliche Zucker, den man in Ermangelung anderer Salze zu dem künstlichen Gefrieren brauchen könnte, bringt das Thermometer auf 4 Grad unter den Punct des Frostes: die Asche von grünem Holze auf 3 Grad, der Alaun auf 1½, und der lebendige Kalk auf 1¼. Das geläuterte Steinsalz, welches kräftiger ist als alle andere, bringt das Thermometer auf 17 Grad herunter (*). Di

(*) Nach den Versuchen des Herrn von Reaumür und des Herrn Abbe Nollet.

Die sauern Geister thun insgemein mehr, als die Salze selbst, daraus sie gezogen sind. Allein das wäre eine Untersuchung, die uns von den Gränzen, die wir uns gesetzet haben, zu weit entfernen würde.

## Sechstes Hauptstück.

### Ob die Salze gar nicht anders, als durch ihre Auflösung, in das Eiß wirken, um es zu schmelzen.

Unerachtet des chymischen Grundsatzes, daß **die Salze nicht wirken, wenn sie nicht aufgelöset sind**, welcher Grundsatz überhaupt wohl wahr ist, hat es mir allezeit glaublich geschienen, daß die Salze, wenn sie auf recht kaltes Eiß, das in sehr kalter Luft liegt, und daher vermuthlich sehr trocken ist, geworfen würden, es schmelzen, und es wenigstens in einen leichten Schweiß bringen könnten; nach diesem ist die Fortsetzung des Schmelzens, und das Wirken der aufgelöseten Salze unter dem ordentlichen Falle mit begriffen.

Ein berühmter Chymiste (*), dessen Meynung ich in diesem Stücke nicht getroffen hatte, und der nicht glaubete, daß der Grundsatz einige Ausnahme leiden könnte, giebt mir Anlaß, hier eine Aufgabe davon vorzutragen.

Sollte es nicht in den Salzen, die man das Eiß zu schmelzen brauchet, einige flüchtige, durchdringende, und schneidende Theile, geben, welche sich in die Zwischenräumchen seiner Fläche zögen, welche tausend kleine unmerkliche Flocken desselben erschütterten, und sie wiederum fliessend macheten? Mehr brauchet es nicht, daß ein wenig Feuchtigkeit auf dem Eisse hervorgebracht werde. Diese Feuchtigkeit wird gar bald einen Theil der Salze auflösen; und diese aufgelöseten Salze werden das Eiß vollends schmelzen.

Ist

(*) Herr Lemery.

Ist es wahrscheinlicher, daß das dem Ansehen nach trockenste Eiß, und welches in der kältesten Luft liegt, immer um seine Fläche herum ein Häutchen von flüßigem Wasser behalte? oder, welches auf eines hinauskömmt, daß in dem reinesten Wasser wesentlich gewisse Theile seyn, die niemals gefrieren, so groß auch die Kälte, so dünne auch dieses Häutchen sey, und so günstig auch alle Umstände dem Gefrieren größrer Massen von Wasser seyn mögen? Denn welches von beyden sey, darauf kömmt bey dieser Frage alles an.

Man hat kein Exempel, daß Salpeter, Kochsalz oder Salmiak das Eiß, zu welchem sie wären gebracht worden, nicht geschmelzet hätten, entweder ganz, oder doch zum Theile, nach Proportion ihrer Menge und der Zeit, durch welche sie darauf gelegen haben. Man hat oben gesehen, mit wie viel Behutsamkeit ich den Versuch hierüber angestellet habe. Ich habe diese Behutsamkeit verdoppelt, indem ich ihn zu mehrmalen währendes langen Frostes in dem Jänner und Hornunge 1731 wiederholet habe. Die großen eisernen Zangen, und alles was ich von Instrumenten und von Salzen dazu gebrauchet habe, waren sorgfältig und lange in demselben Froste kalt gemachet worden, ehe das Eiß damit angerühret ward: das Schmelzen erfolgete allemal. Herr du Fay, Hr. Petit der Arzt, und ein dritter, der in der versuchenden Naturlehre und in der Chymie gleich stark geübt ist, wiederholten, jeder besonders, eben diesen Versuch, und mit gleichem Erfolge. Der letzte that noch mehr; er legete ein Blatt von Talksteine auf das Eiß, schüttete darauf den Salmiak, und das Eiß, welches darunter war, fing an zu schmelzen (*). Dieses kann

(*) Ich unterstehe mich nicht, hier diesen geschickten Naturforscher, der auch wie die beyden andern von der Akademie der Wissenschaften ist, zu nennen: weil er sich itzo dieses Verfahrens nicht mehr erinnert. Ich finde aber davon eine Note unter meinen Aufsätzen, die ich gleich damals geschrieben habe, und ich bin sehr gewiß, daß ich sie keinesweges leichtsinnig niedergeschrieben habe.

kann ich zum Unglücke in der Jahreszeit, da ich dieses Werk vollende, nicht bestätigen.

Da wir uns alle dieses Salzes bey diesen Versuchen bedienet hatten, so machte uns jemand den Zweifel, ob nicht der Salmiak, wenn er auch etliche Stunden zuvor dem Froste wäre ausgesetzet worden, doch noch immer so viel Wärme behielte, daß er ein wenig von der Oberfläche des Eisses schmelzen könnte. Um dieses zu erfahren, umgab ich die ganze Kugel eines Thermometers mit solchem Salze, welches zu feinem Pulver gemachet war, und setzete es also in den Frost: aber es blieb gar bald auf dem Grade stehen, welcher der damaligen Kälte am 4. und 5. des Hornungs zukam, nämlich, auf dem 50sten des Amontonsischen Thermometers, welcher mit dem 7. oder 8. unter dem Puncte des gefrierenden Wassers in dem Thermometer des Herrn von **Reaumür** übereintrift; und es schien mir eher noch ein wenig weiter herunter zu fallen. Bey dieser Gelegenheit stellete ich eben den Versuch auch mit Kochsalze und mit Salpeter an, und der Erfolg war fast einerley.

Ich überlasse es nun dem Leser, selbst zu urtheilen, ob die Salze in das Eiß, um es zu schmelzen, gar nicht anders, als durch ihre Auflösung, wirken.

## Siebentes Hauptstück.

### Von der Eigenschaft der Salze, daß sie das Wasser, worinne sie aufgelöset werden, kälter machen, ohne es in Eiß zu verwandeln.

Die Salze, die eine große Kraft haben, das Wasser zu Eisse zu machen, als das Kochsalz und der Salmiak, vermehren nicht allein die Kälte des Eisses und des Schnees, auf die Art und Weise, die wir oben gesehen haben, sondern wenn

sie in kaltem Wasser in genugsamer Menge, z. Ex. 1 Pfund Salmiak oder Salpeter in 3 bis 4 Kannen Wasser, aufgelöset werden, machen sie auch dieses Wasser kälter, und zwar noch über den Grad des gefrierenden Wassers, wenn es schon zuvor bey nahe diesen Grad hatte.

Diesen Versuch recht zu machen, muß man anfangs die Kugel eines Thermometers unter das Wasser tauchen, und sie so stehen lassen, bis der Weingeist auf dem Grade stehen bleibt, welcher der wirklichen Kälte des Wassers zukömmt. Hernach muß man zu Pulver gemachten Salmiak oder Salpeter hinein werfen, und es mit einem Stecken umrühren, damit das Salz geschwinder zergehe: in 2 bis 3 Minuten wird man sehen, daß der Weingeist um 4, 5 oder 6 Grad fällt, mehr oder weniger, nachdem das Wasser, ehe man die Salze hinein warf, einen geringern oder größern Grad von Kälte gehabt hat. Ich habe fast allemal wahrgenommen, daß der Weingeist in weniger als einer Viertel Stunde zu fallen aufgehöret hat, und hierauf wieder gestiegen ist, doch weit langsamer, als er gefallen war, so daß er bey nahe eine Viertelstunde still gestanden hat.

In diesem Betrachte ist der Salmiak das wirksamste unter allen Salzen, und viel wirksamer als das Kochsalz, welches alle übrige in der Kraft, das Eiß, welches von ihm schmilzt, zu erkalten, oder das künstliche Gefrieren zuwege zu bringen, übertrift. Da haben wir also noch eine Sonderheit zu bemerken, und noch einen Unterschied in der auf verschiedene Weise betrachteten Kraft der Salze zu machen.

Das Wasser, welches mit Salmiake ist erkältet worden, kann in Ermangelung des Eisses dienen, eine Flasche voll Wasser oder Wein bey nahe eben so frisch zu machen als durch Eiß, ja so gar Eiß zu machen, wie wir bald zeigen werden. Herr **Lemery**, der Vater, schreibt in seinem Cours de Chymie (*) diese Entdeckung dem Herrn **Boyle** zu.



*) In der 10 Ausgabe, part. 1. ch. 17.

Indessen finde ich bey dem P. Kircher (*), der älter ist als Boyle, daß es zu seiner Zeit in Rom sehr gebräuchlich gewesen ist, das Wasser im Sommer mit Salpeter zu erfrischen; und es ist nicht zu glauben, daß man es daselbst nicht auch mit andern Salzen sollte versuchet haben. Der geringe Preis wird nur dem Salpeter den Vorzug gegeben haben, welcher auch hierinne noch kräftiger ist als das Kochsalz.

Alle diese Eigenschaften der Salze, und alle diese dem Scheine nach unregelmäßige Wirkungen müssen gleichwohl aus der allgemeinen Eigenschaft hergeleitet werden, die wir ihnen anfangs beygeleget haben, daß die Materien, in welchen sie sich selbst auflösen, von ihnen geschmelzet, getheilet, aufgelöset werden, aber mit mehr oder weniger Gewalt und Geschwindigkeit, nach der Proportion zwischen ihrer eigenen Textur u. Größe, der Beweglichkeit ihrer Theile u. der Textur, der Größe, der Beweglichkeit der Theile dieser Materien in ihrem wirklichen Zustande. Daß die Wirkung des Kochsalzes, zum Exempel, in das hart gefrorne Wasser, und bey dem künstlichen Eißmachen, so stark und so merklich ist, kömmt vermuthlich nur von der Grobheit und Schwere seiner Theile her, welche die Theile des Eisses stossen, welche große Stücke von dem Eisse ablösen oder absondern, und darinne leere Räume machen, wodurch sich die subtile Materie ausbreitet, und also ein ansehnliches von ihrer ausdehnenden Kraft verliert. Daß hingegen die Wirkung des Kochsalzes in lauteres und flüßiges Wasser so schwach ist, kömmt daher, weil dieses flüßige Wasser wegen seiner Beweglichkeit dem Salze nachgiebt, und die Salztheilchen nur durch eine bloße Theilung sich darein ziehen, ohne so merkliche leere Räume zu machen. Bey dem Salmiake wird alles umgekehrt seyn.

Der Zucker, der nichts anders ist, als das wesentliche Salz des Rohres, daraus er gemachet wird, der Schwefel, die Asche, wenn sie auch noch warm ist, und überhaupt alle Materien,

(*) Mund. subterr. L. 6. f. 2. c. 2. de Nitro.

terien, die eine gewisse Menge Salz in sich haben, erfrischen das Wasser, und machen, daß das darein getauchte Thermometer fällt, nach Proportion der Menge der Salze, und nach Beschaffenheit der übrigen mit ihnen verknüpften Grundtheile. Die andern Materien, als der klare Sand, der Schlamm, wenn sie unter das Wasser gemenget sind, machen, daß es nicht so bald, nicht so hart und so derb gefriert; und es ist die Wirkung derselben, überhaupt, desto geringer, je weniger sie sich vom Wasser auflösen lassen, und je weniger Salz sie bey sich haben: Denn es sind wenig Materien, die gar kein Salz in sich haben.

In einigen dieser Versuchen ist ein zufälliger Umstand in acht zu nehmen, der sie ganz oder doch zum Theile zweydeutig machen könnte. Ich meyne das, was die Akademisten in Florenz den **Sprung des Eintauchens des Thermometers** genennet haben (*), die plötzliche Veränderung in dem Glase des Instrumentes, die entweder in einer Zusammenziehung, oder in einer Erweiterung besteht, und die allemal geschieht, wenn man es in etwas fliessendes tauchet, dessen Temperatur von der Temperatur des Ortes, aus welchem das Thermometer gebracht wird, merklich unterschieden ist: denn es steigt augenblicklich in einem kälteren, und fällt in einem wärmeren. Es fällt oder steigt alsdenn wieder, und erst einige Zeit hernach bleibt es auf dem rechten Grade der Temperatur des Fliessenden stehen. So wird, zum Exempel, das Thermometer, so bald es in Wasser getauchet wird, darein man nur erst eine Schüppe voll glüende Kohlen geworfen hat, um etliche Grade fallen. Indessen wollte ich nicht gut davor seyn, daß nicht auch die schleunige Ausbreitung der subtilen Materie in dem Wasser, und der schnelle Uebergang der in dem Fliessenden des Thermometers eingeschlosse-



(*) Salto dell' immersione &c. p. CLXXVII. Eine umständlichere Erklärung und eine Berechnung dieser Erscheinung findet man, im IX. Tomo Comment. Petrop. p. 248. von Herrn Kraften.

schlossenen subtilen Materie in die erweiterte Zwischenräumchen dieses Wassers, mehr oder weniger, mit an diesem Fallen Schuld hätten.

Jedoch, man kann dieser Ungelegenheit, wenigstens zum Theile abhelfen, wenn man das Thermometer in ein anderes Gefäß voll Wasser tauchet, welches selbst in einem anderen Gefäße voll Wasser stehen muß, darein man geschwind die Salze, die erkältenden oder die erhitzenden Materien wirft. Denn das Wasser in dem inneren Gefäße, welches, wie ich setze, in genugsamer Menge darinne ist, kann nicht so plötzlich in seiner ganzen Masse den Grad der Wärme oder Kälte des Wassers in dem großen Gefäße annehmen. Es wird also das Thermometer, welches sich in seinem Mittelpuncte, oder in seiner Axe befindet, nicht so geschwind steigen oder fallen, und also auf eine nicht so zweydeutige Art zur Untersuchung der Erscheinung, wovon hier die Rede ist, dienen.

Diese Eigenschaft der Salze und derjenigen Materien, die davon eine gewisse Menge in sich haben, daß sie das Wasser, womit sie vermischet werden, erfrischen, ohne es in Eiß zu verwandeln, kann uns auch begreiflich machen, wie die Ausdünstungen der Erde, sonderlich die salzigen, welche in feuchter Luft in die Höhe steigen, zu jeder Jahreszeit eine kalte Witterung machen, und vornämlich im Sommer, da sie sich wegen der Wärme der Sonne häufiger empor heben. Wir haben in dem achten Hauptstücke des ersten Theiles erkläret, und werden hier noch umständlicher sehen, wie diese Erkältung der Luft so stark seyn kann, daß es gar davon gefriere.

## Achtes Hauptstück.

## Von dem künstlichen Gefrieren, ohne Eiß, bloß durch Hülfe der Salze.

Ich habe lange gezweifelt, ob man durch Hülfe der Salze Eiß machen könnte, ohne Zuthun eines andern Eisses,

und ich bin noch völlig überredet, daß als ich angefangen habe über das Eiß zu arbeiten, noch niemand ohne Zuthun des Eisses Wasser zu Eisse gemachet habe, ausgenommen vielleicht etliche Tropfen von ungefähr und ohne Erkenntniß der Ursache. Selbst die Art und Weise wie es diejenigen angefangen, die davon geschrieben haben, bestärkete mich in meiner Meynung. Ich fand in einer Schrift des Herrn de la Hire (*), **daß man ein schon sehr kaltes Wasser zu Eisse machete, wenn man die Phiole nur mit Salmiake, ohne alles Eiß, umlegete.** Ich versuchete es, aber ich bekam kein Eiß, wie es denn auch nicht seyn konnte. Ich schloß daraus, daß Herr de la Hire aus eines andern Zeugnisse geredet hätte, daß dieses sehr kalte Wasser, das vielleicht schon im Begriffe gewesen ist, von sich selbst zu gefrieren, ohne Zweifel Leute, die nicht so scharfsichtig als dieser gelehrte Mann gewesen sind, verführet haben möchte, oder endlich daß man die Sache auf eine bloße nicht recht überlegte Muthmaßung als gewiß könnte behauptet haben.

Das Eiß, welches, nach der Einbildung anderer selbst aus der Auflösung des Salmiaks mit Wasser werden soll, war mir nicht weniger verdächtig, da solches der beständigen Eigenschaft der mit Wasser vermischten Salze gerade entgegengesetzet ist, vermöge welcher sie das Gefrieren dieses Wassers vielmehr hindern und verzögern, als befördern. Der ungefähre Zufall einer plötzlichen Crystallisirung, und die Zusammenkunft vieler Umstände können einmal verursachet haben, daß etliche Wassertropfen leicht gefroren sind, wie es einem sehr geschickten Chymisten begegnet ist (**), als er Salmiak in Wasser hat zergehen lassen, welcher aber auch bekennet,

 daß

(*) Explication des effets de la Glace & du Froid. Mém. de l'Acad. T. IX. p. 485.

(**) Dem älteren Herrn Geoffroy, Observations sur les Dissolutions & sur les Fermentations que l'on peut appeller froides, &c. Mém. de l'Acad. 1700. p. 119.

daß es ihm alles Versuchens ungeachtet nicht wiederum hat gelingen wollen, dergleichen Eiß hervorzubringen. Diese Tropfen waren vermuthlich von allem Salze entblösset, und mit etlichen andern umgeben, welche Salz in sich hatten, welches in jenen eben so eine Wirkung hervorgebracht hat, als in einer Flasche voll Wasser von dem um sie herum gelegten Gemenge von Salze und zergangenem Eisse erfolget, so wie ich dieses vorgestellet, als ich das Gefrieren in der Erde wegen des Salpeters oder anderer mit ihr vermischter Salze erkläret habe.

Ich hatte also Grund zu glauben, daß man auf solche Weise noch kein Eiß gemachet hätte: aber ich hatte keinen Grund zu vermuthen, daß die Sache unmöglich, noch auch sehr schwer wäre, wenn man sie anders angriffe: und ich hätte so schliessen sollen. Weil zu Pulver gemachter Salmiak das Wasser, darein er geworfen wird, erkältet, und zwar immer mehr, je kälter es schon zuvor war, so folget daß, wenn man Wasser nimmt, das schon in diesem Gemische ist kalt gemachet worden, und darein auch Salmiak wirft, um damit neues Wasser kalt zu machen, und so immerfort, daß man, sage ich, endlich ein Gemische von Salze und Wasser bekommen wird, das eben so kalt, oder kälter seyn muß als Eiß, unerachtet es noch fliessend bleibt; wie man dieses aus dem abnehmen kann, was in dem vorhergehenden Hauptstücke ist gesaget worden. Folglich wenn man eine Flasche voll Wasser, das nicht so kalt ist als Eiß, in dieses Gemische das eben so kalt, oder kälter als Eiß ist, eintauchet, so wird es darinne gefrieren. Und auf diese Weise ist man in der That so weit gekommen, daß man Eiß ohne Eiß gemachet hat. Eine Erfindung, die bey vielen Gelegenheiten und in vielen Ländern zu etwas mehr als zur Verwunderung dienen kann, und die wir dem berühmten **Boerhaaven** (*) zu danken haben.



(*) Chem. de igne. Exp. 4. cor. 4.

## Letztes Hauptstück.

### Von dem künstlichen Gefrieren ohne Eiß und ohne Salz. Beschluß dieses Werkes

Wenn der in dem V. Hauptstücke des II. Abschnittes angegebene Versuch mit Wasser, das kälter als Eiß und doch flüßig ist, den glücklichen Erfolg hat, den man von ihm erwarten kann, so wird man aus Wasser, das nicht so kalt ist als Eiß, ohne Hülfe eines andern Eisses und ohne Salze Eiß machen. Denn es wird jenes Wasser hier die Dienste des Gemenges von Salze und Eisse verrichten, dessen man sich bey dem künstlichen Gefrieren bedienet. Oder endlich, wenn man durch eines der Mittel, die in dem VIII. und IX. Hauptstücke eben dieses Abschnittes sind vorgetragen worden, das Wasser immer kälter und kälter machen könnte, bis auf den Punct, da es gefrieren mußte, so würde man auch in diesem Falle, und noch mit mehr Nutzen, Eiß ohne Eiß und ohne Salz machen.

So habe ich nun alles das gesaget, was ich für das wesentlichste in der Frage von dem Eisse geachtet habe. In der vorläufigen Rede, die diesem Werke zur Vorrede dienet, habe ich meine Gedanken von der Schwierigkeit dieser Frage, von den starken Ursachen, warum ich bey ihrer Abhandlung ein Mistrauen in meine Einsicht habe setzen müssen, von der systematischen Forme, in welcher ich sie abgehandelt habe, und von den Systemen überhaupt, und endlich von der subtilen Materie, die ich dabey gebrauchet, und worauf ich meine ganze Theorie von dieser Sache gebauet habe, zur Genüge eröffnet. Ich bin unstreitig nicht der erste, der zu dieser allgemeinen Ursache seine Zuflucht genommen hat, um von der Flüßigkeit der Körper, und von ihrer Verwandelung in Eiß Grund zu geben: doch hat, meines Wissens, noch niemand daraus eine genaue und ausführliche Auflösung gege-

ben. Man hatte die unmittelbare und allgemeine Ursache des Gefrierens nicht von den Nebenursachen unterschieden, die nur in so ferne Ursachen sind, als sie jener ihre Wirkung vermehren oder vermindern; und vornehmlich hatte man die Mechanik der fliessenden Körper, die Art und Weise, auf welche das Gleichgewicht unter ihren Bestandtheilen und der inneren subtilen Materie, die sie in Bewegung bringt, und der äusseren, die sie unmittelbar umgiebt, erhalten oder gestöret wird, nicht tief genug untersuchet. Dieses war gleichwohl, wenn ich nicht irre, der Hauptgrund der Frage: zum wenigsten ist es derjenige, aus welchem allein ich mich bestrebet habe, die Entstehung des Eisses und seine vornehmsten Erscheinungen zu erklären, ohne von den klaren Begriffen der Ausdehnung, der Figur, und der Bewegung abzuweichen. Wenn sich unter den Erklärungen, die ich aus diesem Grunde hergeleitet habe, wenn sich unter den neuen Gedanken, die ich in dieses Werk eingestreuet, etwas befindet, das angenommen zu werden verdienet, so wird mich die Zeit nicht reuen, die ich auf diese Untersuchungen gewendet habe: denn ich halte dafür, daß bey dieser Art zu philosophiren, welche die schwereste, die langweiligste, und gewisser Maßen die kühnste und gefährlichste, aber auch unter allen, meines Erachtens, die rechtmäßigste ist, der geringste gute Fortgang aus den Schaden unendlich vieler unnützer oder verwegener Bemühungen reichlich ersetzen wird.

E N D E.

Register

# Register.

## A.

Aether, der chymische, seine erstaunliche Flüchtigkeit Seite 13
Aether, siehe subtile Materie.
Amontons (Wilhelm) seine Wahrnehmungen und Versuche von der Verhältniß der Wärme im Sommer gegen die im Winter 46
Vergleichung zwischen seinem und des Herrn von Reaumür Thermometer 73. 276
Anziehung, in welchem Verstande Newton dieses Wort brauche, Vorrede. Wie sie mechanisch zu erklären sey, 17
Atmosphären, unmerkliche der Körper, Vorrede.
Auflösung der harten Körper in flüßigen, setzet eine Bewegung unter den Theilen dieses letztern voraus 6
Aufthauen, was dieses überhaupt sey, 3. 256. wie es damit zugehe, 24. das künstliche der gefrorenen Früchte, und der erfrorenen Glieder, 283. natürliche Ursachen, darauf sich dasselbe gründet 284
Ausbreitung ist nach Boerhaaven die wesentliche Eigenschaft des Feuers, 60. der Theilchen des Wassers, so bald es gefriert 139
Ausdehnende Kraft, worinne sie bestehe, Vorrede. der subtilen Materie 16
Ausdünstung der fliessenden Materien, ein Beweiß von ihrer innerlichen Bewegung, 8. Verhältniß der Ausdünstung des Weingeistes gegen die Ausdünstung des Wassers, 11. im luftleren Raume, 13 auch die festen Körper haben einige Ausdünstung 239

## B.

Barometer, Muthmaßung über die Ursachen seiner Veränderungen, 63. auf hohen Bergen verändert es sich fast gar nicht, 65. in dem heissen Erdstriche bleibt es fast ohne Veränderung 66
Bartholin (Erasmus) seine Abhandlung von den Figuren des Schnees 130. 243
Bartholin (Thomas) seine Meynung von dem Geschmacke des Schnees 224
Bayle (Fr.) seine Wahrnehmung, die Körper betreffend, welche frey auf dem Wasser schwimmen 87
Bellini (Lorenz) seine Aufgabe vom Ey 74
Berg vom Eisse, so auf der Saone bey Lion entstanden ist 257
Berge, die meisten großen Berge sind wahrscheinlich feuerspeyende gewesen, 54. strenge Kälte auf denselben, 64. die Veränderungen des Barometers sind auf ihnen fast nicht merklich 65
Bernier (Fr.) seine Nachricht, wie man auf der Küste von Coromandel das Wasser frisch machet 205

Berno=

Bernoulli (Johann) sein Versuch mit dem Schießpulver 108
Besancon, siehe Eißgrube.
Bestandtheile, ihre Erklärung 15
Bestrebung der Faden des Eisses, sich unter Winkeln von 60 Graden an einander zu henken 114
Beschaffenheiten sinnliche der Körper werden oft mit unsern Empfindungen derselben verwechselt 25
Billerez, sein Bericht von der Höhle bey Besancon 36
Blau, das Eiß in Norden ist grünlicht blau 229
Bley, geschmolzenes, der Grad seiner Hitze 152
Blut, wie es mit seinem Gerinnen zugehe, 81. sein rother Theil besteht aus Kügelchen, 80. Schwere seiner Kügelchen und seines Wassers, 80. Zusammensetzung seiner Kügelchen, 80. 122. 134
Boerhaave (Herm.) sein elementarisch Feuer, Vorr. hält die innere Bewegung der fliessenden Materien für unumgänglich nöthig, 7 was er von der unterirdischen Wärme lehre, 50. hält die Ausdehnung für die wesentlichste Eigenschaft des Feuers, 60. entdecket die Art und Weise, Eiß ohne Eiß hervorzubringen 296
Borrichius glaubete, das Meerwasser würde durchs Gefrieren süß 224
Bouguer von dem beständigen Schnee auf den hohen Bergen in Peru, und von der strengen Kälte auf denselben 64. 65
Bouillet von der Ausdünstung fliessender Materien 13
Boyle (Robert) seine unmerklichen Atmosphären der Körper, 89. seine Gedanken von der unterirdischen Wärme, 50. von der Wärme im Grunde des Meeres, 57. von der Luft im Wasser, 110. von der Schwere des Eisses, 137. von der Palingenesie 236
Brandwein aus gefrorenem Weine 74
Bremen (Adam von) sein Bericht von brennendem Eisse 213
Büot (Jacob) sein Versuch mit einem Flintenlaufe 139. 208

## C.

Camüs von den Kupferbergwerken bey Fahlun 36
Canonen von Eiß mit Kugeln geladen 217
Cartesius, seine subtile Materie, Vorrede. seine Theorie von den sechseckigen Sternchen im Schnee, 130. Unvollkommenheit dieser Theorie 131
Cassini (Dominicus) von den Sternchen des Schnees 129
Centralfeuer, siehe Feuer.
Childrey, von der Ursache der verlängerten Axe der Erde 252
Clayton, von der ausdehnenden Kraft, die das Wasser durch das Feuer erlanget 146
Concretion, siehe Zusammenwachsung.

Coper-

**Copernicus** (Nicol.) sein Weltbau, und von der allgemeinen Schwere Vorrede.
**Coßigny**, sein Bericht von der Höhle bey Besancon 37
**Cyrillo**, seine Wahrnehmungen von dem Froste in Neapel sind höchst zweifelhaft 192

D.

**Dampfkugeln**, wie man sie fülle 162
**Desaguliers** (Joh. Theoph.) 109
**Digby**, seine Palingenesie 236
**Digestions-Maschine** des Papinus 152
**Dodart** (Dion.) warum die Pflanzen senkrecht in die Höhe wachsen 62
**Dünste** warme, die aus der Erde aufsteigen, die Zurückhaltung oder Verminderung derselben befördert den Frost, 44. 68. eingeschlossene, ihre Kraft sich auszubreiten, 146. Muthmaßung von ihrer Abkühlung in der Atmosphäre 204
**Durchsichtigkeit** des Eisses, 227. ist den kleinen Theilen aller Körper natürlich. 228

E.

**Eisen**, des Herrn von Reaumür Versuche damit, 97. nimmt mehr Raum ein, wenn es wieder kalt wird 97
**Eiserne Röhre** zerspringt vom Eisse 139
**Eiß**, siehe den Inhalt der Hauptstücke. Wie es entstehe, 24. ist allezeit leichter als Wasser, und schwimmt darauf allemal, 98. 154. 206 Palast, Mauern und Festungswerke von Eisse 217. 219
**Eiß**, wie tief es in die Erde setze, 223. seine medicinischen Kräfte 226 schmilzt im Wasser besser als in der Luft, so gar auch nahe beym Feuer 250. 254
**Eiß in Norden**, 212. 229. 230. 232. Art von Eisse oder Schnee, so bey Thauwetter an den Mauern entsteht, 263. ein falscher Wahn davon, 265. künstliches, 37. 278. u. f. ob es von dem natürlichen unterschieden sey 279
**Eißfaden**, siehe **Faden**.
**Eißgrube** oder **Eißhöhle** bey Besancon 36
**Eißgruben**, warum sie das Eiß erhalten 251
**Eißschollen** der Flüsse entstehen nicht auf dem Grunde, 153. in den nordischen Meeren, 212. 224. erstaunlich große um den Polarzirkel, 252. Childreys Gedanken darüber 252
**Elastische Kraft** des wirksamen Flüßigen, welches den ganzen Weltraum erfüllet, Vorr. siehe ausdehnende Kraft.
**Erdbeben**, ihre Ursache 54
**Erdstrich**, warum es in dem kalten kälter sey, als im heissen, 27. heisser, seine Fläche steht vom Mittelpuncte der Erde weiter ab, als die Flä-

che der Erde unter den Polen, 66. temperirter, darinne halten die Winde und der Regen nicht so gute Ordnung, als in dem heissen und in den kalten Erdstrichen 260
**Erfrischung** künstliche, des lauen Wassers 293

F.

**Faden**, mit welchen sich das Eiß anfängt, auf welche Weise sie entstehen, 84. u. f. warum die ersten horizontal auf der Fläche des Wassers liegen, 86. 181. henken sich ordentlich mit einem Ende an das Gefässe an, und warum, 87. doch leidet dieses eine Ausnahme, 88 die Winkel, welche sie mit den Seiten des Gefässes, und mit einander selbst machen, 90. 114. Beschreibungen von verschiedenen Geweben, so sie ausmachen, 90. 115. sehen meistens wie Blätter aus 92
**Fahlun**, Bergwerke daselbst, oder der Kupferberg 36
**Fahrenheit**, seine Versuche mit dem Wasser und dem Froste, 164 sein Thermometer mit des Herrn von Reaumür seinem verglichen 163
**Feste Körper** verzehren sich auch, doch nicht so geschwind als fliessende Materien 239
**Festigkeit** des Eisses 214
**Feuer**, das centralische, ist wirklich, 49. 53. 57. seine Wirkungen in dem Meere, 54. seine Ausbrüche geschehen mit einem merklichen Stosse, 60. es ist die wahrscheinlichste Ursache, warum die Pflanzen senkrecht in die Höhe wachsen, 61. ist die Ursache der Veränderungen des Barometers, 63. ingleichen der großen Kälte auf den hohen Bergen 64
**Feuermaschine** des Papinus 152
**Feuerspeyende Oerter**, ihre Ursache, 54. sind sowohl im Meere als auf dem festen Lande 59
**Figuren**, die man ordentlich auf der Oberfläche des Eisses sieht, 92. 115 wunderliche und sonderbare, 235. krummlinichte, die zuweilen auf den Glasscheiben der Fenster entstehen, 267. Untersuchung derselben 269
**Fliessende Materien**, sind von unendlichen verschiedenen Arten, 2. ihre Erklärung, und ihr Unterschied von den flüßigen Körpern, 5. innere Bewegung ihrer Theile, solche wird bewiesen, 8. ihre Ausdünstung ist ein Beweiß davon, 12. 13. können zu flüßigen werden, 14. was die Härte ihrer Bestandtheile ausmache, 17. welche Ursache verhindere, daß sie nicht verfliegen, und warum sie ihrer Trennung ein wenig widerstehen, 19. welche von ihnen am schweresten gefrieren, 70. ob einige gar nicht gefrieren können, 72. 75. die geistigen gefrieren desto schwerer, je geistiger sie sind, 72. wodurch eine Materie mehr oder weniger fliessend werde, 17. 202. zwo mit einander vermischt nehmen oft weniger Raum ein, als beyde einzeln 106
**Flocken**, siehe Schneeflocken.

**Flüsse**, ob die großen oben oder im Grunde zu gefrieren anfangen 153
**Flüßige**, das wirksame elastische Newtons, Vorr.
**Flüßige Körper** überhaupt, was sie seyn, und wie sie sich von den fliessenden Materien unterscheiden, 5. können fliessende werden, 14. manche können allein einen Körper nicht durchdringen, aber wohl, wenn sie mit einem Fliessenden vermischt sind 282
**Flüßiger Körper**, der eine Kraft sich auszubreiten hat, hat auch eine Kraft zu stossen 59
**Fünfeckichte Figur** ist in der Natur etwas sehr gemeines 131
**Frost**, dessen allgemeine Ursache, 24. dessen besondere Ursachen, 34. 40. 44. 69. kann zuweilen dem Wasser nichts anhaben, wenn solches gleich unter den Grad des Frostes erkältet ist, 162. ob sie bey einem geringern Grade Kälte, als der ordentliche Grad des Frostes ist, einfallen könne, 183. 193. ob solches in gewissen Ländern allemal geschehe, 188. u. f. es ist möglich, daß der Wechsel der Jahreszeiten zum Froste gar nichts beytrage 259

G.

**Gauteron**, seine Versuche über die Ausdünstung des Eisses 240
**Gefrieren**, hat eine unsichtbare Ursache, 2. seine Ursache muß aus der Theorie der fliessenden Materien hergeleitet werden, 4. es wird durch den Abgang der subtilen Materie verursachet, 28. fängt sich in den äussersten Theilen der fliessenden Materien an, 86. wird durch die Ruhe mehr aufgehalten als beschleuniget, 157. 166. 176. ob dadurch der Geschmack des Wassers verändert werde, 224. ob es das Meerwasser süß mache, 224. verändert den Geschmack gemischter fliessender Materien, 226. ist in verschiedenen fliessenden Materien verschieden, 70. durch die Kunst 278
**Geister**, die sauern, befördern das Gefrieren ordentlich mehr, als die Salze, daraus sie gezogen sind, 288. siehe fliessende Materien.
**Gensane** (Herr von) Wahrnehmungen von der Wärme in den Gruben 51
**Geoffroy**, von den Oelen, welche gerinnen, 76. von der Zusammensetzung des Salmiaks, 118. unterscheidet eine große Menge verschiedener Salze in dem Urine, eben das. seine Wahrnehmung von gefrorenem Pommeranzenblühtwasser 227
**Geschmack** des Eisses 224
**Giromagny**, Bergwerke daselbst 51
**Glas**, seine Verwandschaft mit dem Wasser 88. 177
**Gleichgewicht** zwischen der subtilen Materie und den Bestandtheilen der Körper 21
**Gmelins** Wahrnehmungen von der strengen Kälte in Siberien 67
**Godeheu**, von der in Canton gebräuchlichen Erfrischung des Wassers 199
**Gravesande** (Wilh. Jac.) von der Luft im Schießpulver 109

Gustav (Carl) das Eiß, worüber seine Armee geht, bricht 221

H.

Härte der Körper 216
Hagel im Sommer, 204. entzündeter, eine Erdichtung von Kranzen 213
Habes, seine Meynung von den Eißschollen der Flüsse 156
Hamel (Joh. Baptist du), von der geringern Schwere des Eisses in Vergleichung mit der Schwere des Wassers 206
Hauksbee (Fr.), sein Versuch mit dem Pulver, 108. Anmerkungen über sein Thermometer 190
Hire (Philipp de la), seine Meynung von der Ursache, warum die Pflanzen senkrecht in die Höhe wachsen, 62. von der Art und Weise die Mühlsteine von dem Felsen loß zu machen, 144. von der Stralenbrechung im Eisse, 233. hat sich geirret, wenn er behauptet hat, daß man durch eitel Salmiak Eiß machen könnte 295
Höhle bey Besancon 36
Hofmann (Friedrich), findet im Wasser zweyerley Theile, grobe und subtile 151
Homberg (Wilh.) sein Versuch über den Raum, den das Eiß einnimmt, ist zweifelhaft, 138. seine Versuche über das Schmelzen des Eisses im luftleeren Raume 251
Hügens (Christian), sein Versuch von der Luft im Wasser, 110. bestimmet die Winkel im Isländischen Crystalle, 123. sein Versuch mit einer eisernen Röhre, die vom Eisse zersprenget worden ist 139. 208

J.

Jacob I. König in Engelland, sein Ohr und sein Finger, die erfroren waren, werden mit Schnee wieder zurechte gebracht 284
Jallabert, seine Versuche mit Wasser, das noch über den Grad des Frostes kalt gewesen 166
Island, die Härte des dasigen Eisses, und seine vermeintliche Brennlichkeit, 213. von den dasigen Crystallen 123

K.

Kälte, was sie sey, 25. bringt eine fliessende Materie anfangs in einen kleinern Raum, indem sie solche dichter machet, 33. breitet solche hernach wieder durch einen größern Raum aus, kurz vorher ehe solche gefriert, 97. ein Versuch dieses zu beweisen, 98. warum es zu Anfange des Thauwetters kälter zu werden scheint 257
Kälte des Eisses, ist noch nicht die größte, 162. 222. wird der Luft umher geschwind mitgetheilet 224
Kaltmachende Theilchen, giebt es nicht in der Natur 25. 226
Kepler, (Joh.), sein harmonisches wunderbares System Vorr.

**Kiese**, ihre sonderbare Zusammensetzung, 125. dieselbe ist nicht so von ungefähr 124
**Kircher** (Athan.) seine Meynung vom Geschmacke des Eisses, 224. Er wußte, daß der Salpeter das Wasser kälter machet 292
**Kochen** treibt eine große Menge Luft aus dem Wasser 150
**Körper**, in allen ist viel Luft, 108. welche von ihnen ihre Wärme am längsten behalten 263
**Kraft**, die entfernende, ist der einzige Grund der ursprünglichen Elasticität eines Flüßigen, 16. die widerstehende, was sie sey 20
**Kraft** (Georg Wolfgang), seine Erzählung von dem Petersburgischen Palaste von Eisse, 217. von dem Sprunge des Eintauchens eines Thermometers 293
**Kranz**, vom entzündeten Hagel 213
**Künstlich** Eiß, siehe **Eiß**.
**Künstliche** Erfrischung des Wassers 293
**Kupfer**, darauf schmilzt das Eiß eher als auf einem andern Metalle 249
**Kupferberg**, siehe **Fahlun**.

## L.

**Laterne** von Weidenholze, darinne die Leute in Canton das Wasser erfrischen, 200. ob man damit Eiß machen könne 203
**Leeuwenhök** (Ant.), seine Wahrnehmungen von den Theilchen des Blutes 80. 122
**Lehrgebäude**, siehe **Systeme**.
**Lemery** (Ludwig), sein Versuch von der Grobheit der Bestandtheile der Salze, 281. von dem Wirken aufgelöseter Salze 288
**Locke** (Johann) sein Urtheil von dem Stossen Vorr.
**Luft**, ihre Wirkung in die Flächen der Körper, 17. Gestalt ihrer Bestandtheile, 38. wie es zugehe, daß sie durch Salze kälter wird, 39 die bewegte befördert das Gefrieren, 40. 177. die stille verhindert es, 43. 195. unter der Erde hat immer fast einerley Wärme, 50. wie sie sich im Wasser aufhalte, 106. ist in allen Körpern, 108. nimmt im Wasser keinen merklichen Raum ein, 109. verliert ihre ausdehnende Kraft, wenn sie mit andern Materien innigst vermischt ist, 147. durch den Stoß frischer Luft auf das Wasser wird solches kälter, 201. und gar zu Eisse, 203. warum in ihr das Eiß nicht so bald zergehe, als im Wasser 250
**Luftblasen**, die sich im Wasser sammlen, wenn es eben gefrieren will, 93. von ihnen wird das schon entstandene Eiß empor gehoben oder gar zerbrochen, 96. sind eine Ursache, warum das gefrierende Wasser aufschwillt 100
**Luid** (Edmund), hat die Figuren der Flächen des Eisses von Urine nicht recht gesehen und vorgestellet 121

M.

**Malebranche** sein Aether, und seine kleinen Wirbel 17
**Marcasit**, siehe **Kies**.
**Mariotte**, von der Luft, die er aus einem Wassertropfen gezogen, 109. von abgekochtem Wasser, 149. von der Luft die das Wasser in sich zieht 151
**Marmor** widersteht dem Bruche zehnmal mehr, als Eiß 215. wenn er durch Schießen ist gewonnen worden, zerfällt er in Blätter durch den Frost 141
**Marsigli** (Ferd. Graf von), von der Wärme des Wassers im Meere, 55. von der Tiefe des Meeres 57
**Martens** (Friedrich), seine Beschreibung des nordischen Eisses 212. 225. 229. 235
**Martine** (Georg), von der Figur der Blutkügelchen 80. Seine Tabelle zur Vergleichung verschiedener Thermometer 163. 191
**Maschine** des Papinus 152
**Meer**, Wärme darinne, 55. gefriert nicht weiter, als auf 20 Seemeilen weit von den Küsten 213
**Meer**, ob sein Wasser süß werde, wenn es gefriert, 224. was es für Farben zeige 231
**Meteorologische** Wahrnehmungen, 261. ihr Nutzen 261
**Micheli**, du Crest, sein Thermometer, 51. seine Wahrnehmung von dem Eisse 165
**Monnier** (Le) seine Versuche über die Flüßigkeit fliessender Materien 11
**Müßchenbroek** von der Verhältniß der Schwere des Wassers gegen die Schwere des Weingeistes 11. Sternchen die er im Schnee gesehen hat, 128. Von dem Raume den der Schnee einnimmt, 245. wird auch sonst angezogen.

N.

**Natur** liebet eine Art von Einförmigkeit und von Gleichgewichte 259
**Nebensonnen** auf dem Eisse 232
**Neigung** der Eißfaden gegen einander und gegen die Seiten des Gefässes, s. **Winkel**.
**Newton**, seine optischen Versuche. Vorr. Seine Physik der himmlischen Körper Vorr. Sein Schreiben an Boylen über die unmerklichen Atmosphären der Körper, 89. Seine Erklärung der Schwere Vorr. sein elastischer Aether Vorr. was er darunter habe verstehen können. Vorr. Räumet die kleinen Wirbel stillschweigend ein. Vorr. Seine Meynung von der Wärme der Planeten muß eingeschränket werden. 27. Hält alle kleine Theilchen der Körper für durchsichtig 228

Nieuwentyt (Bernhard), seine Wahrnehmungen von der Kleinigkeit der Bestandtheile des Wassers 282
Nollet, von der Luft in verschiedenen Sachen 108. Seine Wahrnehmungen von dem Eisse der Flüsse, 157. Von der Erfrischung des Wassers durch verschiedene Salze 287

O.

Oele, welche leicht gefrieren 76
Olaus Magnus von Festungswerken aus Eisse, 218. wie dick nach ihm das Eiß seyn müsse, daß es eine Last tragen könne 219

P.

Palast von Eisse in Petersburg gebauet 217
Palingenesie 236
Papinus seine Feuermaschine 152
Perrault (Claudius), seine Wahrnehmungen von den Winkeln welche die Eißfaden mit den Seiten eines Gefässes machen, 90. von abgesottenem Wasser 149
Pflanzen, warum sie senkrecht in die Höhe wachsen, 62. die fünfeckigen, sechseckigen u. d. Figuren ihrer Saamenbehältnisse 131. ihre erdichtete Palingenesie, 236. halten ein wesentlich Salz in sich 284
Physik der Weltkörper nach Newtonen, Vorr. die eigentlich so genannte hat nur das Endliche zu ihrem Gegenstande Vorr.
Planeten, es kann auf ihnen wärmer seyn, als man aus ihrer Entfernung von der Sonne schließen sollte 27
Pulver, von der darinne eingeschlossenen Luft 108

Q.

Quecksilber, gefriert niemals 77

R.

Raum, das Wasser nimmt mehr ein, indem es gefriert, 97. die Ursachen hiervon, 100. die stärkste unter diesen Ursachen, 137. zwo fliessende Materien mit einander vermischt, nehmen oft mehr Raum ein, als beyde einzeln, 106. was für Raum das Eiß einnehme, 205. ob dieser Raum größer werde 208
Reaumür (Herr von), seine Versuche von der durch Salze und saure Geister gemachten Kälte. 72. 285. Sein Thermometer mit Amontons seinem verglichen, 73. 276. Hat wahrgenommen, daß das Eisen aufschwillt, wenn es kalt wird, 97. ingleichen daß zwo fliessende Materien mit einander vermischt oft weniger Raum einnehmen als zuvor. 106. Seine Abhandlung von der Natur der Erde 143
Röhren, eiserne, zerspringen vom Eisse 139

Ruhe des Wassers und der Luft verhindert das Gefrieren des Wassers, 157. 162. 202. der ganzen Masse, was darunter zu verstehen sey 173

S.

Salmiak, davon zergeht das Eiß geschwind, 276. Verhältniß seiner Kraft, das Wasser zu erkälten, gegen die Kraft des Kochsalzes, 285. erkältet das Wasser unter allen Salzen am meisten 291
Salpeter in der Luft, eine Ursache der Fröste, 35. sein Geist, ja auch sein Dampf machet daß das Baumöl gerinnt 39
Salpetergeist gefriert nicht 77
Salz, gemeines Kochsalz, machet das Eiß, worunter es gemenget worden ist, viel kälter, 286. Gestalt seiner Crystallen 123. 126
Salze, Gestalt ihrer Bestandtheile, 38. von allen Arten, wenn sie in der Luft häufig sind, machen sie kalt, 38. 290. schmelzen das Eiß, 275. vermittelst derselben läßt sich Eiß machen, 278. einige schicken sich besser dazu, 285. Grobheit ihrer Bestandtheile 281. ob sie nicht wirken, wenn sie nicht aufgelöset sind, 288. sie verhindern das Gefrieren des Wassers, wenn sie damit vermischt sind 291
Sanches (Ant. Ribeira), von der Dicke des Eisses im Nevastrome 217
Saturn, dieser Planet bekömmt von der Sonne hundert mal weniger Wärme als die Erde 26
Scheidewasser gefrieret nicht 77
Scheuchzer (Joh. Jac.), seine Wahrnehmungen von dem Schnee auf den Alpen, 64. von den Veränderungen des Barometers 65
Schief auffallende Stralen der Sonne machen es nicht so warm 27
Schießpulver, s. Pulver.
Schloß von Eisse in Petersburg 217
Schlosen im Sommer 204
Schmelzen, s. Zergehen.
Schnee, der gemeine, 136. besteht manchmal aus Sternchen, und die Stralen seiner Sternchen haben oft andere kleinere Stralen, die aus ihnen hervorragen, 128. 243. der geschmolzene gefriert nicht eher und nicht später als ordentliches Wasser, 150. wie er muthmaßlich entstehe, 204. wie er durch Kunst gemachet werde 227
Schnee, was er eigentlich sey, 242. hat alle Eigenschaften des Eisses 245. wieviel Raum er einnehme, 245. seine Lockerheit, seine Ausdünstung, 246. seine Undurchsichtigkeit, sein Geschmack, 246. seine heilsamen Kräfte 247
Schnee (Art von), die sich bey Thauwetter an die Mauern henket 265

**Schneeflocken** von vollkommener Symmetrie, 244. wie die Eißfädenchen, daraus sie bestehen, neben einander liegen 127. 136. 243
**Schwenke**, seine Wahrnehmungen vom Blute 80
**Schwere**, allgemeine, ist dem Copernicus bekannt gewesen. Vorr. wie Newton solche erkläre Vorr.
**Sechseckige Figur** ist sehr gemein in der Natur 131
**Seine**, warum ihr Strom 1709 zu Paris nicht zugefroren ist 161
**Senkrechte** Stellung der Pflanzen 60
**Siberien**, die Strenge des Winters in diesem Lande 67
**Sieden**, treibt viel Luft aus dem Wasser 150
**Sinnliche Beschaffenheiten** der Körper werden von uns oft mit den von ihnen verursachten Empfindungen verwechselt 25
**Sonne** ist die große Quelle der Wärme 26. wodurch die Wirkung ihrer Stralen geschwächet werden könne 26
**Spiritus** s. Geister.
**Sprung** beym Eintauchen eines Thermometers 293
**Sternchen im Schnee**, von verschiedenen Arten, 243. sechseckige, 128. 243. Cartesius seine Erklärung derselben 129
**Stoß** ist die nothwendige Art und Weise der Wirkung der Körper in einander nach Locken. Vorrede.
**Stralenbrechung** im Eisse 233
**Stücke** vom Eisse, aus welchen Kugeln sind geschossen worden, 217
**Subtile Materie**, Cartesius seine, Vorr. Newtons seine, Vorr. ihre ausdehnende Kraft, 16. ist die Ursache des Zusammenhängens der Theile des Körpers, und seiner Härte, 17. dringt in die engesten Zwischenräume der Körper, 18. bewegt sich in den fliessenden Materien nicht so geschwind, als außer ihnen, 19. wie sie mit den Bestandtheilen der fliessenden Materien in ein Gleichgewicht komme, 21. wodurch ihre Wirksamkeit geschwächet werde, 29. nach welchen Graden dieses geschehen könne, 32. Druck der äussern auf eine fliessende Materie, wenn sie gefriert, 33. bewegt sich leichter im Eisse als im Wasser 85. 86. 175. 178. bewegt sich in verschiedenen Materien mit verschiedener Geschwindigkeit 70. 177
**Systematischer Kopf** Vorr.
**System**, Keplers seines. Vorr. Newtons seines. Vorr.
**Systeme** Nutzen und Misbrauch derselben. Vorr.

## T.

**Taitbout**, seine meteorologischen Wahrnehmungen in Neapel 192
**Thauwetter**, was es sey, 2. 256. warum bey dessen Anfange es kälter zu werden scheine, 257. der alsdenn an den Mauern befindliche Schnee oder Reif 263
**Theilchen**, warmmachende und kaltmachende sind erdichtet 25. 226

**Thermometer**, Hauksbees seines, 190. Amontons, Farenheits und des Herrn von Reaumür ihre mit einander verglichen 73. 163. 276. was es durch den Wind für Veränderung leide 43. 195
**Triewald** seine Wahrnehmung von Wasser, welches nicht hat gefrieren wollen 164
**Tropfen**, s. **Wassertropfen**.

U.

**Undurchsichtigkeit**, ihre Ursache 227
**Urin** hält verschiedene Salze in sich, 118. die Figuren auf dem gefrorenen 119

V.

**Varignon**, sein Versuch von dem Anhängen des Eisses an andern Körpern 215
**Versuche**, ihr Nutzen und ihr Misbrauch Vorr.
**Vulcane**, s. **Feuerspeiende Oerter**.
**Voßius** (Isaac), seine Meynung von der Durchsichtigkeit der Körper 228

W.

**Wärme**, worinne sie bestehe, 25. wie sich die Sommerwärme gegen die Winterwärme im Climae von Paris verhalte, 45. die in gewisser Tiefe unter der Erde ist unerträglich, 50. auf den Planeten ist vielleicht von der auf der Erde nicht sehr unterschieden 27
**Waller**, seine Versuche von der Ausdünstung im luftleeren Raume 13
**Warmmachende** Theilchen sind erdichtet 25
**Wasser**, um wie viel es weniger flüchtig sey, als Weingeist 11
**Wasser**, seine Bestandtheile sind vermuthlich länglicht, 86. 135. seine wärmesten Theile steigen immer aufwärts, 57. schwillt auf, wenn es gefriert, 97. indem es gefriert, so zersprengt es die Gefässe, darinnen es steht, 99. auch ohne Zuthun des Frostes hat es eine erstaunliche Kraft sich auszubreiten, 142. seine Bestandtheile einzeln genommen lassen sich zusammendrücken, und sind elastisch, 145 Unordnung, in welche sie beym Gefrieren gerathen 111
**Wasser**, siedendes, hat einerley Grad von Wärme 152
**Wasser**, abgesottenes, ob es eher gefriert als das rohe 148. 153
**Wasser**, welches nicht gefriert, ob es gleich viel Grade kälter ist, als anderes gefrierendes Wasser, 162. 222. ob es manchmal eher gefriere, als es den sonst dazu erfoderten Grad der Kälte erlanget hat, 182. 187. 193. 203. ob dieses in gewissen Ländern allezeit geschehe, 187. ob man es durch Schütteln und durch Zuwehung frischer Luft so kalt machen könne, daß es gefriere, 193. die in Canton gebräuchliche Manier es abzukühlen. 199. eine andere

auf der Küste von Coromandel gebräuchliche Art, 201. warum das Eiß im Wasser eher zergehe, als in der Luft, 250. 254. es kann nicht durch Glas dringen, 282. wird von Salmiake kälter, 291. von wem solches entdecket worden 292
Wasser, seine Bestandtheile müssen ungemein klein seyn, 282. sie müssen einander sehr ähnlich seyn, oder wenigstens müssen die von verschiedenen Arten sich sehr schwer von einander absondern lassen 152
Wassertropfen, die runden auf den Blättern der Bäume, thun die Wirkung der Brenngläser 234
Wein, daraus wird Brandewein durchs Gefrieren 74
Weingeist, um wie viel er flüchtiger sey als das Wasser, 11. was für eine strenge Kälte erfodert werde, wenn er gefrieren soll 75
Widerstand des Eisses, wenn man es zerbrechen will 214
Widerstehende Kraft der Körper, was unter diesem Worte zu verstehen sey 20
Wielicza, Wärme in den dasigen Salzgruben 53
Wind, seine Wirkung auf die Thermometer 43. 195
Winde, sind in den gemäßigten Erdstrichen nicht so ordentlich als in den kalten und in dem hitzigen, 260. die trockenen, befördern den Frost 42
Winkel, unter welchem sich meistens die Faden des Eisses an einander und an die Seiten der Gefäße anlegen, 90. 114. Ursache von dieser Neigung der Eißfaden gegen einander 134
Winter, warum es in dieser Jahreszeit kälter sey, als sonst 27. 39

Z.

Zähe eines Körpers überhaupt ist von seiner Härte unterschieden 216
Zergehen eines harten Körpers in einem fliessenden hat eine Bewegung unter den Theilen des Fliessenden zum Grunde, 6. des Eisses, wie es geschehe, 24. 248. wie es sich anfange, 255. erfodert mehr Zeit, als die Entstehung des Eisses, 251. in welcher Ordnung es vor sich gehe 252. 255
Zinn, schmilzt in der Maschine des Papinus 152
Zucker erkältet das Wasser 292
Zusammenhängen der Theile eines Körpers, wovon es vermuthlich herrühre 17
Zusammenwachsungen 81

---

## Fehler.

Seite 1. Zeile 11. für **derselben** leset **denselben.**
„ 5. Zeile 13. für **Electricität** leset **Elasticität.**
„ 9. Zeile 8. für **eigenthümlichen Verhältniß ihrer Schweren,** leset, **Verhältniß ihrer eigenthümlichen Schweren.**

Seite

Seite 12. in der letzten Zeile, für 60 leset 6.
- 13. Zeile 10. an statt hierunter, leset, herunter.
- 15. Zeile 6. für so leset sie.
- 21. Zeile 8. für immer leset innere.
- 31. in der 5 Zeile von unten leset, in je mehr Puncten sie einander.
- 32. Zeile 20. sind die Worte so viel wegzustreichen, und an statt als er ist zu lesen, so wie er.
- 19. an statt Aber leset Also.
- 37. Zeile 21. für sagen leset sehen.
- Zeile 3 von unten, an statt erklären leset erkälten.
- 39. Zeile 13. von unten, für andern Körpern, leset anderer Körper.
- 44. Z. 6. für der leset oder.
- 48. Z. 2. von unten an statt Ueberfluß, leset, Ueberschuß.
- 50. Z. 19. für können, leset, könnten.
- 81. Z. 26. für auch ganz leset, aus ganz
- 93. Z. 5. von unten, ist an statt nasse zu lesen Masse.
- 101. Z. 3. von unten, für demnach, leset, dennoch
- 103. Z. 15. für haben leset heben.
- 106. Z. 7. sind zwischen den Worten wir und nur folgende ausgelassen: solches schon bemerket haben: so wird das was wir
- 124. Z. 25. an statt mehrseitigen leset vierseitigen
- 154. Z. 15. für an seiner Fläche, leset, als an seiner Fläche.
- 189. Z. 24. für 56 ist zu lesen 65.
- 207. Z. 6. von unten leset, schwerer ist, als Eiß aus ordentlichem Wasser.
- 212. Z. 9. für Taufstein, leset, Toffstein.
- 249. Z. 6. für ohne leset, eher.
- 254. Z. 2. für tausendmal leset tausendtel.
- Z. 6. von unten an statt es ist in, leset, es ist es in
- 255. Z. 13. für nahe leset mehr.
- 257. Z. 10. von unten, an statt von leset vor.
- 262. sind in der letzten Zeile nach den Worten, zufälliger Weise gefriert, folgende ausgelassen worden: Eben so können wir uns um den Pol herum einen Parallalzirkel CBC gedenken, innerhalb dessen das gemeine Eiß niemals, als nur zufälliger Weise, wieder aufthauet.
- 265. Z. 11. von unten, für nicht so kalt, leset, noch so kalt.
- 280. in der letzten Zeile soll für Richtigkeit stehen Richtung.

H
B
P
C
M
F

8° nat.

Mairan

1752

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Mairan, Jean Jacques <<de>>,

Des Herrn von Mairan Eines von den Vierzigen der Französischen Akademie, der Königlichen Akademie der Wissenschafften in Paris Mitgliedes [et]c. Abhandlung von dem Eisse, Oder Physikalische Erklärung der Entstehung des Eisses, und der dabey vorkommenden verschiedenen Erscheinungen

Leipzig 1752

Augsburg, Staats- und Stadtbibliothek -- Nat 824
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11272112-9
VD18 10551026-003